

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE LYON

ANNÉE 1982

N° 4

- LES DANGERS DU MILIEU MARIN ANIMAL
- ICHTHYOSARCOTOXISMES
- SAXITOXINE - TETRODONTXINE ET TOXINES CIGUATERIQUES

THÈSE

présentée

A LA FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le 8 janvier 1982

pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Roland RABUEL

né le 06 Janvier 1955



1982

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE

DE LYON

T H E S E

PRESENTEE

A L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD DE LYON

(Médecine-Pharmacie)

et soutenue publiquement le

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR-VETERINAIRE

Directeur : Professeur Philippe COTTEREAU

C H A I R S	Professeurs	Professeurs sans Chaire	Maîtres de Conférences	Maîtres Assis- tants Agrégés	Maîtres Assistants	Assistants
Alimentation	M. JEAN-BLAIN	-	-	-	-	M. GRANCHER
Anatomie	M. BARONE	-	-	-	M. DENOIX	M. SARSAT
Chirurgie	M. COULON	M. LE NIHOUANEN	-	-	M. FAU	M. BERTHELET
Histologie - Anatomie -Pathologique	M. TISSEUR	M. GASTELLU	-	-	-	Mme GRANCHER- WATRELOT
Hygiène et Industrie des Aliments d'origine animale	M. CHANTEGRELET	-	-	-	M. DEMONT	
Maladies contagieuses	M. JOUBERT	M. PRAVE	-	-	M. CHOMEL	M. DUCLOS
Parasitologie	M. EUZEBY		M. GEVREY	-	Mme CHAUVÉ	M. NGO TAN H.
Pathologie Générale - Microbiologie - Immunologie	M. OUDAR	-	M. RICHARD	-	Mme GUERIN	M. GUERIN
Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour	M. COTTEREAU	-	Mme BRUCERE	-	M. THIN	Mlle VIALARD
Pathologie médicale des équides et des carnivores	M. FONTAINE	M. LAPRAS	-	M. LEGEAY	-	M. BOUVIER
Pathologie de la reproduction	M. BERTRAND	M. DESCHANEL	-	-	Mme RACHAIL	M. NODET
Pharmacie-Toxicologie	M. LORQUE	-	M. KECK	-	M. JAUSSAUD	Mme PEPIN-RI- CHARD
Physiologie	M. BOST	M. BOIVIN	-	-	-	M. THIEBAULT
Physique-Chimie	M. DELATOUR	-	-	-	M. GARNIER	Mlle MARTIN
Zootéchnie	M. FROGET	M. FRANCK	-	-	Mme GRAIN	Mme LEFFERVRE

A Marie Claude et Maxime

En témoignage de mon amour.

A mes parents, grands parents, frères et soeurs

En témoignage de ma profonde affection
et de ma reconnaissance.



A Monsieur le Professeur SEPETJAN

Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon

qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse

Hommages respectueux.

A Monsieur le Professeur CHANTEGRELET

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

qui a accueilli notre sujet avec bienveillance et nous a éclairé de ses conseils

Respectueuse gratitude.

A Monsieur le Professeur KECK

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

qui a accepté de participer à notre jury de thèse

Sincères remerciements.



A tous mes amis de plongée de l'Ecole.

A Philippe VALETTE, compagnon de plongée.

A tous ceux qui nous ont aidé dans la réalisation de ce travail

qu'ils en soient vivement remerciés.

TABLE DES MATIERES

- INTRODUCTION

I IMPORTANCE DU MILIEU MARIN

II DANGERS DU MILIEU MARIN

- CHAPITRE PREMIER: LES DANGERS DES ANIMAUX MARINS

I ANIMAUX VENIMEUX

A - INVERTEBRES

- 1 - Coelentérés
- 2 - Echinodermes
- 3 - Mollusques
- 4 - Annelides

B - VERTEBRES

- 1 - Reptiles
- 2 - Poissons

II ANIMAUX VULNERANTS

A - INVERTEBRES

B - POISSONS

C - MAMMIFERES

III ANIMAUX VENENEUX

A - INVERTEBRES

- 1 - Coelentérés
- 2 - Echinodermes
- 3 - Mollusques
- 4 - Arthropodes (crustacés)

B - VERTEBRÉS

- 1 - Reptiles
- 2 - Mammifères
- 3 - Poissons

V - INTOXICATIONS ALIMENTAIRES BIOMARINES

- A - INTOXICATIONS
- B - INTOXICATIONS
- C - TOXI INFECTIONS
- D - INFECTIONS

CHAPITRE DEUXIEME: LES ICHTHYOSARCOTOXISMES

DEFINITION ET TYPES

A - DEFINITION

B - DIFFERENTS TYPES

- 1 - Empoisonnements dûs à des cyclostomes
- 2 - Empoisonnements dûs à des squales
- 3 - Empoisonnements dûs à des chiméridés
- 4 - Empoisonnements dûs à des clupéidés et à des poissons de familles voisines
- 5 - Ichthyosarcotisme
- 6 - Empoisonnements dûs à des murénidés
- 7 - Empoisonnements dûs à des tétraodontidés
- 8 - La ciguatera

EMPOISONNEMENTS DUS AUX TETRAODONTIDES

A - DEFINITION ET IMPORTANCE

B - HISTORIQUE

- C - ESPECES EN CAUSE
- D - REPARTITION DANS L'ESPACE ET DANS LE TEMPS
- E - TOXICITE
- F - TOXINE
- G - CLINIQUE
- H - TRAITEMENT
- I - PROPHYLAXIE

III LA CIGUATERA

- A - DEFINITION
- B - HISTORIQUE
- C - ESPECES EN CAUSE
- D - REPARTITION DANS L'ESPACE ET DANS LE TEMPS
- E - TOXICITE
- F - TOXINES
- G - CLINIQUE
- H - TRAITEMENT
- I - PROPHYLAXIE

CHAPITRE TROISIEME: SAXITOXINE - TETRODONTOXINE - TOXINES CIGUATERIQUES

I SAXITOXINE

A - PARALYTIC SHELL FISH POISONING

- 1 - Définition
- 2 - Historique
- 3 - Répartition dans le temps et dans l'espace
- 4 - Organismes renfermant la saxitoxine
- 5 - Clinique

B - ORIGINE DE LA SAXITOXINE

- 1 - Les Dinoflagellés
- 2 - Le phénomène des eaux rouges

3 - Toxicité des bivalves

C - CARACTERES DE LA SAXITOXINE

- 1 - Isolement
- 2 - Propriétés physiques et chimiques
- 3 - Pharmacologie

II TETRODONTOXINE

A - EXTRACTION, PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

B - PHARMACOLOGIE ET TOXICOLOGIE

- 1 - Mode d'action
- 2 - Toxicité

C - ORIGINE DE LA TETRODONTOXINE

D - ANALOGIE DE LA TETRODONTOXINE AVEC LA TARICHATOXINE

III TOXINES CIGUATERIQUES

A - LES DIFFERENTES TOXINES

- 1 - Ciguatoxine
- 2 - Scaritoxine
- 3 - Ciguatérine
- 4 - Amines
- 5 - Maïtotoxine

B - ORIGINE

- 1 - Mise en évidence du rôle d'un Dinoflagellé
- 2 - Origine des Diplopsalis

C - CHAINE ALIMENTAIRE CIGUATERIGENE

- C O N C L U S I O N

- B I B L I O G R A P H I E

INTRODUCTION

I IMPORTANCE DU MILIEU MARIN

Les océans qui couvrent les 3/4 du globe terrestre sont appelés à jouer un rôle de plus en plus important dans notre vie.

A - RESERVE. DE MINERAUX

A l'époque où l'homme a considérablement exploité les réserves minérales se trouvant au niveau des terres émergées, la mer et ses fonds, la plupart du temps inexplorés offrent de multiples possibilités, pour l'avenir, dans l'approvisionnement en minéraux de l'humanité. La découverte des nodules polymétalliques et l'exploitation du pétrole "offshore" nous le prouvent.

B - RESERVE. DE PROTEINES

L'accroissement de la population mondiale pose et posera de plus en plus de problèmes de nutrition. La mer renferme des réserves de protéines importantes. Leur exploitation existe depuis toujours par la pratique de la pêche. La naissance de " l'aquaculture " et son développement apporte déjà un complément à cette activité traditionnelle. Le Japon est un exemple de cette expérience, son insularité l'ayant contraint à cette nouvelle forme d'exploitation du milieu marin.

C - TOURISME

L'avion permet depuis quelques années d'accéder à des pays lointains qui auparavant n'étaient décrits que dans les récits d'explorateurs. Cette facilité de déplacement crée de nouveaux contacts pour le voyageur avec les populations locales et leur milieu. Les mers tropicales attirent beaucoup de touristes, lesquels sont alors exposés à de multiples dangers liés au milieu marin qu'ils ne connaissent pas.

I DANGERS DU MILIEU MARIN ANIMAL

Il a été dénombré plus de mille espèces d'organismes marins toxiques ou venimeux. A côté des dangers liés à la consommation ou au contact avec les toxines secrétées, il faut considérer les animaux vulnérants provoquant des blessures plus ou moins importantes.

Les mers tempérées sont responsables d'un certain nombre de dangers qui sont en général bien connus de ceux qui fréquentent leurs rivages. Les eaux tropicales sont le refuge d'un grand nombre d'animaux dangereux. Les beautés, les couleurs éclatantes de certaines espèces peuplant les lagons, sont autant de pièges pour le touriste avide de découvertes et de souvenirs. Il doit être vigilant dans l'eau et, de retour à terre, lors de la consommation des poissons multicolores. Le danger existe partout; les oursins, les coquillages et les poissons peuvent occasionner des accidents entraînant la mort.

Trois chapitres seront développés successivement;

Dans un premier chapitre seront exposés les dangers des animaux marins.

Dans le deuxième nous nous intéresserons plus particulièrement aux ichthyosarcotismes

Dans le troisième nous tenterons de trouver des analogies entre différentes toxines responsables d'empoisonnement: saxitoxine, tetrodotoxine et toxines ciguâtériques.

CHAPITRE PREMIER : LES DANGERS DES ANIMAUX MARINS

Nous allons dresser un inventaire des dangers dus au milieu marin animal. Seront considérés successivement les organismes venimeux, vulnérants, vénéneux et enfin les intoxications alimentaires biomarines.

Il nous faut définir ces différents termes :

- venimeux : qui a du venin, le venin étant un liquide toxique sécrété par certains animaux, par un organe spécial, et qui est inoculé par une morsure ou une pique.
- vulnérant : qui peut provoquer des blessures, morsures, piqûres ou autres traumatismes à l'aide d'organes spécialisés ou non.
- vénéneux : qui renferme du poison, se dit des animaux qui ingérés comme aliments agissent à la manière de poisons
- intoxication alimentaire biomarine : introduction d'un poison dans l'organisme par des denrées alimentaires provenant de la mer et répétées non dangereuses en temps normal.

I ANIMAUX VENIMEUX

A - INVERTEBRES

1 - Coelenthérés

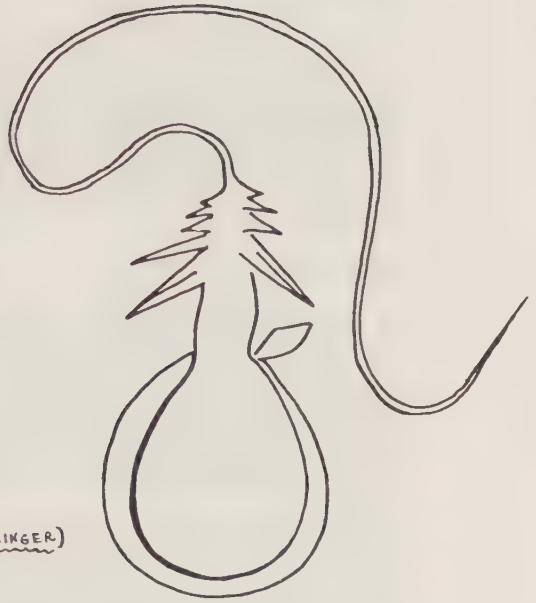
Dans l'embranchement des coelenthérés, on trouve un grand nombre d'organismes venimeux. Ils sont très différents les uns des autres, mais ont un point commun : leurs cnidoblastes. Les plus connus sont les physalies, appelées aussi galères portugaises ; ce sont de véritables colonies très armées produisant trois toxines différentes (curative, vasodilatatrice et hypnotique).

Le schéma d'un cnidoblaste figure page 13

La plupart des méduses ont une action similaire lors de contact, mais il faut citer les cas des cuboméduses avec les genres Chiropsalus pouvant entraîner des envenimations mortelles en Australie, aux Philippines et dans l'océan Indien. La mort survient dans 5 % des cas avec le genre Chironex, voisin du précédent

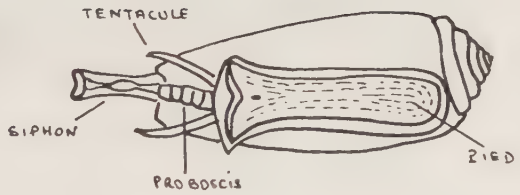
La famille des Millepora, ou coraux de feu, provoque un grand nombre d'accidents, sous forme de brûlures, en général bénignes, dans les mers tropicales.

Les anémones, quelque soit leur répartition géographique, possèdent les mêmes particularités, mais elles sont plus dangereuses dans les mers chaudes.

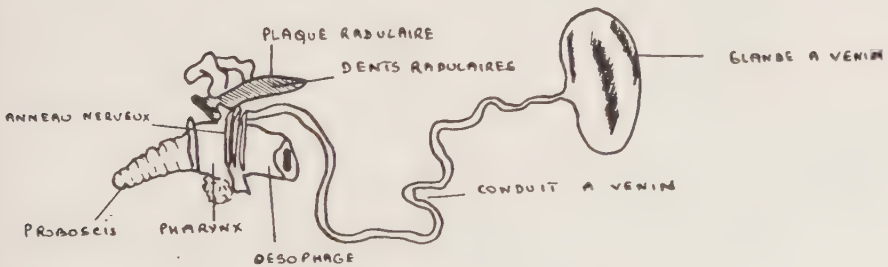


CNIDOBLASTE D'UN COELENTHÉRE (KREUZINGER)

- A GAUCHE : NON DÉCHARGE
- A DROITE : DÉCHARGE



ANATOMIE EXTERNE D'UN CONE (KREUZINGER)



ANATOMIE DE L'APPAREIL VENIMEUX D'UN CONE (HON)

2 - Echinodermes

Dans l'embranchement des Echinodermes on ne rencontre pratiquement des individus venimeux que dans les eaux tropicales. Certains oursins du genre Diadéma possèdent des toxines situées au niveau de leurs piquants, d'autres du genre Toxopneuste possèdent des pédi-céllaires (organes situés entre les piquants) qui peuvent provoquer des paralysies transitoires. La fameuse Acanthaster, étoile de mer de la zone indopacifique qui se nourrit de coraux, est hérissée de piquants recouverts d'un enduit toxique provoquant des inflammations violentes.

3 - Mollusques

Il faut distinguer dans l'embranchement des mollusques, les gastéropodes et les céphalopodes, animaux bien différents pouvant entraîner des envenimations graves.

Les cones sont les gastéropodes les plus dangereux; toutes les espèces de cette famille sont venimeuses. La radula est située en avant de l'oesophage et produit des dents radulées. Ces dents peuvent être expulsées avec une certaine puissance en ayant auparavant été au contact avec le venin. De nombreux accidents mortels ont été constatés.

Plusieurs espèces de céphalopodes sont réputées dangereuses; en Australie le genre Haepalochlaena peut même entraîner la mort. L'appareil venimeux est formé aux dépens des glandes salivaires, du canal salivaire et des mâchoires. La mort apparaît rapidement sous forme de détresse respiratoire.

L'antonie externe d'un cone et son appareil venimeux sont représentés p.13

4 - Annélides

L'embranchement des Annélides renferme également des individus dangereux. Le contact avec les soies ou les crochets des genres Glycera, Eurythoe ou Hermodice entraîne des inflammations plus ou moins importantes, accompagnées de fortes douleurs, mais il n'existe pas de complications graves.

Une liste des principaux invertébrés venimeux figure page 15

<u>COELENTERES</u>	Hydrozoaires	<u>Millepora alcicornis</u> <u>Physalia physalis</u>
	Schiphozoaires	<u>Carybdea alta</u> <u>Chiropsalmus quadrigatus</u> <u>Dactylometra quinquecirrha</u> <u>Cyanea capillata</u>
	Anthozoaires	<u>Acropora palmata</u> <u>Actinia equina</u> <u>Sagartia elegans</u> <u>Adamsia palliata</u> <u>Anemonia sulcata</u>
<u>ECHINODERMES</u>	Echinidés	<u>Diadema setosum</u> <u>Toxopneustes pileolus</u> <u>Toxopneustes elegans</u> <u>Asthenosoma iijimai</u>
	Astéridés	<u>Acanthaster planci</u>
<u>MOLLUSQUES</u>	Gastéropodes	<u>Conus aulicus</u> <u>Conus geographus</u> <u>Conus marmoreus</u> <u>Conus striatus</u> <u>Conus textile</u> <u>Conus tulipa</u>
	Céphalopodes	<u>Haepalochlaena Maculosa</u>
<u>ANNELIDES</u>		<u>Glycera dibranchiata</u> <u>Eurithoe complanata</u> <u>Hermoduc cerunculata</u>

PRINCIPAUX INVERTEBRES VENIMEUX

B - VERTEBRES

1 - Reptiles

Il existe des reptiles marins venimeux, appartenant à la famille des Hydrophidés, proche de la famille des Elapidés (cobras, mambas). On relève peu d'accidents, ces reptiles étant peu agressifs, sauf le genre Enhydrina, et vivant en général en haute mer. La symptomatologie est complexe, apparaissant parfois plusieurs heures après la morsure. La mortalité est faible, moins de 10 % des cas.

2 - Poissons

Il existe un grand nombre de poissons venimeux appartenant aux classes des Chondrichtyens et des Osteichtyens. Les accidents les plus fréquents sont dûs aux espèces appartenant aux familles des Raïdés, des Trachinidés et des Scorpaénidés.

Dans l'ordre des Rajiformes, l'appareil venimeux est situé au niveau de l'aiguillon; et il peut provoquer des blessures très importantes. Les raies se servent de leur aiguillon pour se défendre en donnant des coups de queue à la manière d'un fouet. L'aiguillon est pointu et acéré et présente en général une dentelure rétrograde. La chair de la victime est donc facilement pénétrée et dilacérée. Il y a inoculation du venin et souvent l'importance de la plaie est une porte ouverte à la surinfection secondaire.

Dans toutes les autres espèces, l'appareil venimeux est situé au niveau des nageoires dorsales, pectorales, pelviennes ou anales, certains rayons ayant subi une transformation les rendant aptes à inoculer du venin. Il existe également parfois au niveau des opercules des appendices pouvant jouer le même rôle. Les blessures sont infligées la plupart du temps à des baigneurs ou à des pêcheurs. Leur gravité dépend des espèces en cause, de la taille du poisson et du nombre de piqûres infligées. La grande diversité des espèces, de la situation des organes inoculateurs et des types de venin ne nous permet pas de les envisager séparément dans le présent travail, mais la similitude des traitements peut par contre être évoquée.

Tous les traitements ont trois objectifs précis:

- . la restauration des tissus lésés,
- . le combat des effets du venin,
- . la prévention des effets et infections secondaires.

Pour certaines espèces il existe des sérums spécifiques, par exemple le sérum anri Stone Fish pour l'espèce Synanceja horrida.

Une liste des principaux poissons possédant un appareil venimeux figure page 17

CHONDRICHTHYENS PLAGIOSTOMES

Squaliformes	Squalidés	<u>Squalus Acanthias</u>
Rajiformes	Dasyatidés	<u>Dasyatis Dipterus</u>
	Gymnuridés	<u>Gymnura Marmorata</u>
		<u>Dasyatis Pastinaca</u>
	Myliobatidés	<u>Aetobatus Narinari</u>
		<u>Myliobatis Californicus</u>
	Potamotrygonidés	<u>Potamobrygon Mоторo</u>
	Urolophidés	<u>Urolophus Halleri</u>

: CHONDRICHTHYENS HOLOCEPHALES

	Chiménidés	<u>Chimaera Monstrosa</u> <u>Hydrolagus Colliei</u>
<u>OSTEICHTHYENS</u>	Plotosidés	<u>Galeichtys Felis</u>
		<u>Clarias Batrachus</u>
		<u>Meteropneustes Fossilis</u>
	Trachinidés	<u>Plotosus Linéatus</u>
		<u>Bagre Marina</u>
		<u>Trachinus Draco</u>
	Scorpaénidés	<u>Trachinus Vipéra</u>
		<u>Pterois Volitans</u>
		<u>Apistus Carinatus</u>
		<u>Centropogon Australis</u>
		<u>Nothestes Robusta</u>
		<u>Scorpaena Guttata</u>
		<u>Scorpaena Plumieri</u>
		<u>Scorpaena Porcus</u>
		<u>Scorpaenopsis diabolus</u>
		<u>Inimicus japonicus</u>
		<u>Choridachylus Multibarbis</u>
		<u>Minous Monodactylus</u>
		<u>Synanceja Horrida</u>
	Batrachoididés	<u>Barchatus Cirrhosus</u>
		<u>Batrachoides Didactylus</u>
	Acanthuridés	<u>Opsanus Tau</u>
		<u>Thalassophryne reticulata</u>
		<u>Acanthurus Xanthopterus</u>
	Callionymidés	<u>Acanthurus Bleekeri</u>
		<u>Naso Literatus</u>
		<u>Callionymus Lyra</u>
	Siganidés	<u>Siganus Fuscescens</u>
		<u>Siganus Lineatus</u>
		<u>Siganus Puellus</u>
	Uranoscopidés	<u>Siganus Japonicus</u>
		<u>Uranoscopus Durali</u>
		<u>Uranoscopus Scabes</u>

PRINCIPAUX POISSONS POSSEDANT UN APPAREIL VENIMEUX

II ANIMAUX VULNERANTS

A - INVERTEBRES

La plupart des organismes marins possédant une enveloppe solide peuvent provoquer des blessures lors de contact, d'autant plus que le tégument humain présente une moindre résistance après un séjour de quelques minutes dans l'eau de mer. Il faut particulièrement se méfier des coraux, des oursins et des bivalves. La majorité des blessures se situent au niveau des extrémités, pieds et mains. Il est donc fortement conseillé, surtout en région tropicale, de mettre des chaussures pour entrer dans l'eau et de se munir de vieux gants si l'on veut se saisir d'organismes marins.

B - POISSONS

Un certain nombre de poissons peuvent provoquer des blessures plus ou moins importantes, mais il faut redouter particulièrement les requins, les murènes et les barracudas.

On distingue parmi les requins des espèces agressives, donc dangereuses en permanence, et d'autres qui peuvent l'être éventuellement. Selon les circonstances, les requins provoquent des blessures très étendues, entraînant la mort dans environ 50 % des cas (d'après L. SCHULTZ, sur 798 attaques, 408 décès). Une liste des espèces dangereuses figure page 19. Heureusement la majorité des requins agressifs vivent en haute mer, mais il faut se méfier malgré tout des petits requins vivant dans les lagons de la zone Indo-pacifique. La morsure de la murène provoque un certain nombre d'effets secondaires; il n'existe pas d'appareil venimeux mais les dents sont recouvertes d'un mucus plus ou moins toxique. Ces poissons attaquent rarement; ils mordent en général ce qui est à proximité de leur refuge et semble les menacer.

Les barracudas sont également bien armés pour infliger de sérieuses blessures, mais ils ne provoquent que de rares accidents. La plupart du temps ce sont des chasseurs imprudents qui sont blessés en les manipulant.

C - MAMMIFERES

Les Orques sont les plus gros carnassiers du milieu marin. Les accidents sont exceptionnels, ces animaux vivant au large.

ORDRES	FAMILLES	ESPECES	NOM VERNACULAIRE
Galeiformes			
Isuroïdés	Odontaspidae	• <u>Carchariastaurus</u>	Requin de sable
	Isuridae	• <u>Carcharodon</u> • <u>Carcharias</u>	Requin blanc
		• <u>Usurus oxyrinchus</u>	Mako Atlantique
		• <u>Isurus glauca</u>	Mako Pacifique
	Carcharhinidae	• <u>Galeocerdo</u> • <u>Cuvieri</u>	Requin tigre
		• <u>Prionarce glauca</u>	Requin bleu
		• <u>Carcharhinus</u> • <u>Longimanus</u>	Longue main
		• <u>Triaenodon</u> • <u>obesus</u>	Requin lagon
Carcharhinoïde	Sphyrnidae	• <u>Sphyrna</u> • <u>zygaena</u>	Requin marteau

REQUINS DANGEREUX

III ANIMAUX VENENEUX

A - INVERTEBRES

1 - Coelentérés

Des accidents ont été constatés aux Philippines, en Nouvelle Guinée, lors de la consommation d'anémones de mer. Les toxines sont situées dans les tentacules au niveau des nématocystes.

2 - Echinodermes

Certains oursins, Paracentrotus lividus en Europe, Tripneustes ventricosus ou Diadema antillarum dans les mers chaudes, peuvent provoquer des empoisonnements s'ils sont consommés pendant leur période de reproduction.

3 - Mollusques

La classification utilisée pour les empoisonnements par les mollusques est tirée du rapport d'une conférence de l'Organisation Mondiale de la Santé, tenue en 1970. Les différents types sont énoncés en Anglais.

a - Bivalves

* " Paralytic Shell Fish poisoning "

Les coquillages en cause, huîtres, moules, praires et autres sont contaminés par un Dinoflagellé produisant une neurotoxine spécifique : la Saxitoxine. La toxicité de ces bivalves est contemporaine d'un phénomène appelé " eaux rouges " qui correspond à une multiplication extraordinaire des ces Dinoflagellés à la surface de la mer. Ces micro-organismes et leur toxine sont alors filtrés et accumulés par ces coquillages qui sont peu affectés par les quantités de toxines ainsi absorbées.

* " Callistia Shell Fish poisoning "

Cet empoisonnement a lieu au Japon avec l'espèce Callista brevisiphonata pendant la période de reproduction, du mois de Mai à Septembre. Durant cette période les ovaires ont une forte teneur en choline.

* " Tridacna clam poisoning "

En Polynésie française certains troubles digestifs et nerveux ont été constatés après l'ingestion de coquillages de l'espèce Tridacna maxima. L'origine exacte est encore inconnue, il a été émis l'hypothèse d'un empoisonnement de type ciguatérique.

* " Venerupin Shell Fish poisoning "

Les espèces Crassostrea gigas et Tapes semi decussata peuvent, pendant les mois de Décembre à Avril, provoquer des empoisonnements au Japon. La mort survient dans 33 % des cas. C'est un Dinoflagellé qui est encore en cause, Exuviaella mariae lebouriae

b - Céphalopodes

C'est au Japon que des cas d'empoisonnement dus à des octopodes ont été notés, certains ayant même entraîné la mort. L'origine exacte est encore inconnue.

c - Gastéropodes

* " Welk poisoning "

L'ingestion de gastéropodes du genre Neptunea peut également entraîner des accidents au Japon. Les chercheurs japonais ont isolé, à partir des glandes salivaires, le principe toxique. Il s'agit de tétramines.

* " Abalone poisoning "

Les ormeaux, et en particulier les espèces telles que Haliotis discus et Haliotis sieboldi peuvent provoquer des réactions de photosensibilisation dans certaines îles du Japon. Le produit actif est un dérivé de la chlorophylle, présent dans les algues dont se nourrissent ces ormeaux. C'est un des rares cas de photosensibilisation dû à des denrées alimentaires animales.

4 - Arthropodes; Crustacés

L'ingestion de crabes, langoustes ou homards dans les mers tropicales a parfois déterminé des empoisonnements. L'origine exacte est encore mal définie, les scientifiques ayant effectué des recherches pensent être en présence d'une toxine proche de la saxitoxine.

B - VERTEBRES

1 - Reptiles

La consommation de chair de tortue, dans certaines régions du Pacifique, peut entraîner l'apparition de troubles gastro-intestinaux et nerveux graves. Ces symptômes apparaissent parfois plusieurs jours après le repas. La mort survient dans 44 % des cas. Le traitement est purement symptomatique. Il s'agit des espèces suivantes: Chelonia midas, Dermochelys coracea et Eretmochelys imbricata.

2 - Mammifères

L'ours polaire (*Thalarchos maritimus*) provoque parfois des empoisonnements lors de la consommation de son foie. Les troubles digestifs sont dus à la forte concentration de vitamine A présente dans cet organe.

3 - Poissons

* Il faut distinguer trois catégories différentes: les poissons ichthyosarcotoxiques, les poissons ichthyotoxiques et les poissons ichthyohaemotoxiques. Ce classement est basé sur les parties ou organes de ces poissons responsables d'intoxications .

. Poissons ichthyosarcotoxiques

D'un point de vue étymologique:

Ichthyos	poisson
Sarcoos	chair
Toxicon	poison

Dans cette catégorie sont classés les poissons renfermant des toxines dans leurs muscles et leurs viscères. Il existe un très grand nombre de poissons ichthyosarcotoxiques répartis dans la totalité des mers et des océans. Ils sont responsables de la majorité des empoisonnements d'origine pisciaire.

. Poissons ichthyotoxiques

Dans ce groupe, la ou les toxines sont présentes uniquement dans les gonades ou les oeufs: La majorité des poissons Ichthyotoxiques vivent en eau douce; on peut citer les brochets, saumons, carpes, tanches et surtout les barbeaux. Certains poissons marins comme les tétrodons et certaines rascasses sont également ichthyotoxiques.

. Poissons ichthyohaemotoxiques

Ici le poison est situé dans le sang. En général il est peu stable à la chaleur et est détruit par les sucs digestifs.

Le sang des anguilles, congres, torpilles et murènes renferme des toxines.

* En plus de ces trois catégories, il faut citer l'existence de certains poissons possédant des glandes à venin sans organe excréteurs. Les toxines présentes dans les sécrétions de ces glandes sont thermolabiles et détruites par les sucs digestifs.

Quant aux poissons possédant des glandes à venin avec des organes excréteurs, il s'agit de l'ensemble des poissons venimeux; leurs toxines sont également thermolabiles et détruites par les sucs digestifs. Il n'y a donc pas de danger, lors de la consommation de poissons venimeux.

IV INTOXICATIONS ALIMENTAIRES BIOMARINES

Sous le terme général d'intoxications alimentaires biomarines, on regroupe des intoxications variées, des intoxications, des toxico-infections et des infections.

Nous n'envisagerons que les cas les plus fréquents dans ces quatre types d'affections.

A - INTOXICATIONS

Elles sont dues à une altération bactérienne et enzymatique produisant des dérivés toxiques.

L'intoxication histaminique est fréquente lors de la consommation de scombroïdes (thons, maquereaux ...). On assiste à une protéolyse rapide aboutissant à la formation de bases aminées.

L'histamine provient de la décarboxylation de l'histidine présente en abondance dans le muscle et l'hémoglobine des scombroïdes.

Cette transformation se fait sous l'influence d'une modification de l'équilibre acido basique et d'une décarboxylase que possèdent la plupart des bactéries.

La symptomatologie est variable; le traitement est toujours à base d'antihistaminiques. Du point de vue prophylactique, il faut effectuer la saignée des thons et abaisser rapidement la température des poissons après la pêche. Il peut être effectué également des dosages d'histamine sur les marchés de gros, mais il faut principalement contrôler l'état de fraîcheur de ces poissons.

B - INTOXICATIONS

Il s'agit d'intoxications botuliniques.

La toxine est préformée dans la denrée alimentaire et elle agit seule par son pouvoir pathogène propre.

Parmi 165 cas de botulisme étudiés entre 1970 et 1975, 7 cas sont dus à la consommation de poisson fumé sous vide. Le germe en cause, *Clostridium botulinum* de type E, est à l'état saprophyte dans l'intestin de poissons vivant en général en eau saumâtre. Le botulisme E survient toujours après l'ingestion d'aliments conservés et est toujours très grave et d'évolution rapide.

Pourtant, la toxine de type E est la plus faible des toxines botuliniques, mais elle renferme une protoxine inactive qui serait activée de douze à quarante sept fois par la trypsine agissant pendant 1 heure à 37 °C et à pH 6.

Cette activation aurait lieu dans l'intestin grêle.

La toxine agit par effet anticholinestérasique provoquant une paralysie flasque évoluant vers la mort en l'absence de traitement.

Sur 200 cas de botulisme de type E rapportés, le taux de mortalité atteint 35 % (69).

La sérothérapie est le seul traitement efficace. La prophylaxie est liée au respect des règles d'hygiène alimentaire générales

C - TOXI-INFECTIONS

Les germes présents dans les aliments interviennent par leur pouvoir pathogène propre et par la sécrétion de toxines. De nombreux germes pouvant se trouver dans les denrées alimentaires d'origine marine peuvent provoquer des affections gastro intestinales. Il s'agit de Salmonella, de Staphylococcus, d'Escherichia, de Proteus et de Welchia. Le rôle majeur est attribué ici aux staphylocoques. Il est à noter que les toxi-infections alimentaires à staphylocoques dues aux poissons résultent presque toutes de l'ingestion de conserves; la plupart du temps il s'agit de sardines ou maquereaux à l'huile.

D - INFECTIONS

L'agent infectieux présent dans la denrée alimentaire agit par son pouvoir pathogène direct. Dans le cadre du milieu marin, le plus grand danger provient de coquillages ou crustacés contaminés par le virus de l'hépatite virale de type A. La contamination des coquillages est due à leur mode de nutrition (filtration d'eau) et à une pollution d'origine humaine.

L'incubation de cette maladie est d'environ 30 jours, ce qui rend difficile une enquête épidémiologique. On relève un taux de mortalité de 3 %. Du point de vue de la prophylaxie, il faut surveiller la qualité de l'eau des zones littorales d'élevage (huîtres et moules) et des zones de pêche. En France, ce rôle revient à l'Institut Scientifique et Techniques des Pêches Maritimes.

* Il faut signaler également l'existence de parasitoses survenant chez l'homme après l'ingestion de poissons eux-mêmes parasités, on peut citer par exemple, le cas des filets de harengs pouvant abriter des larves d'Anisakis (Anisakiase de l'homme). D'autre part, les poissons peuvent également agir en tant qu'organismes concentrateurs de substances toxiques, comme dans le cas de la maladie de Minamata en 1953 au Japon. Il s'agit d'une neuropathie due à l'ingestion de poissons intoxiqués par le méthylmercure.

Ce bref aperçu permet de constater la multiplicité et la variété des dangers présentés par les animaux du milieu marin.

La suite de notre travail sera consacrée à l'étude approfondie, d'une part des ichthyosarcotoxismes connus à travers le monde, plus particulièrement des cas d'empoisonnement ciguatérique et de la tétrodonintoxication, et d'autre part de la saxitoxine, de la tétrodontoxine et des toxines ciguatériques, lesquelles seront présentées l'une après l'autre et comparées avant d'examiner les relations entre les modifications du milieu marin et l'apparition de ces toxines dans l'organisme des coquillages et des poissons.

I DEFINITION ET TYPES

A - DEFINITION

Il s'agit d'empoisonnements consécutifs à l'ingestion de la chair, de différents tissus ou organes de divers poissons. La majorité des cas se rencontre dans les mers chaudes.

B - DIFFERENTS TYPES D'ICHTHYOSARCOTOXISMES

1 - Empoisonnements dûs à des Cyclostomes.

La peau et l'humeur visqueuse de certaines lamproies peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux. La toxine est inconnue, mais il a été constaté qu'elle n'était pas détruite par la chaleur ni par les sucs digestifs.

2 - Empoisonnements dûs à des Squales

Il existe des cas d'empoisonnement par la chair de requin du Groenland, Somniosus micricephalus et de foie de requins des mers tropicales, Sphyrna zygaena, Carcharodon carcharias et Carcharhinus melanopterus. Du point de vue clinique, on note des signes nerveux et gastro-intestinaux; il existe également des manifestations cutanées. L'empoisonnement par la chair du genre Somniosus est appelée " ivresse des chiens de traîneau " car elle est utilisée pour nourrir ces animaux et provoque parfois des troubles nerveux pouvant entraîner la mort. Actuellement on ignore la nature exacte du poison. Celui-ci n'est pas détruit par la cuisson ni par les sucs digestifs. Pour les requins tropicaux, certains auteurs pensent à une intoxication de type ciguatérique; pour ceux du Groenland il s'agit peut être d'une hypervitaminose A.

Les traitements sont purement symptomatiques.

3 - Empoisonnements dûs à des Chiméridés

Les muscles et les viscères de certains poissons du genre Chimaera ont provoqué des accidents. Il existe très peu de connaissances à ce sujet à l'heure actuelle.

4 - Empoisonnements dûs à des Clupéidés et à des poissons de familles voisines

Différentes familles sont concernées: Clupéidés, Engraulidés, Elopidae, Albulidae, Pterothrissidae et Aleocephalidae. Les espèces les plus toxiques appartiennent aux deux premières familles.

La toxicité de ces poissons est sporadique et imprévisible. Elle

existe dans les mers tropicales. Le poison est présent dans le muscle et les viscères.

L'apparition des symptômes est rapide; le premier est un goût métallique dans la bouche suivi rapidement de troubles gastro-intestinaux et nerveux pouvant entraîner la mort.

Les toxines n'ont pas encore été isolées. Parmi les Clupéidés, il faut citer les cinq espèces les plus souvent toxiques:

- . Clupea venenosa
- . Clupea thrissa
- . Clupea humeralis
- . Clupea perforata
- . Clupea fimbriata

5 - Empoisonnements provoquant des hallucinations: Ichthyoalliénotoxisme

Cette forme d'ichthyosarcotoxisme est provoquée dans les mers tropicales par la consommation de poissons appartenant aux familles suivantes : Acanthuridés, Kyphosidés, Mugillidés, Mullidés, Pomacentridés, Serranidés et Siganidés.

C'est un phénomène sporadique et imprévisible.

Les symptômes apparaissent après la consommation des muscles ou de la tête de certains poissons de ces familles. Moins de deux heures après le repas on constate une atteinte du système nerveux central provoquant des vertiges et des hallucinations visuelles et auditives. Le retour à la normale se fait dans un délai de moins de trente six heures. La ou les toxines restent inconnues.

6 - Empoisonnements dus à des Murénidés

Il a été décrit sept espèces vénéneuses. Cet empoisonnement ressemble beaucoup à la ciguatera, mais a un début plus rapide et un tableau clinique beaucoup plus grave.

Il existe de grandes variations de toxicité suivant les régions et la taille des poissons.

La cause exacte est encore inconnue, mais de nombreux chercheurs classent cette intoxication dans les empoisonnements ciguateriques.

7 - Empoisonnements dus à des Tétrodontidés.

Les empoisonnements par la chair de " poisson ballon " ou " puffer fish " ou " fugu " pour les Japonais sont parmi les plus graves qui existent. Les tétrodons sont des poissons possédant quatre dents soudées en bec de perroquet , ce qui leur permet de briser les carapaces des crustacés et les coquilles des mollusques dont ils se nourrissent. Ils peuvent se gonfler d'air en cas de danger et ont le corps nu ou recouvert de minuscules épines.

Ces poissons vivent dans les mers tropicales ou subtropicales; on en rencontre plus rarement dans les mers tempérées.

Il faut citer également les poissons appartenant aux familles des Diodontides et des Canthigastéridés qui possèdent les mêmes pouvoirs toxiques.

Ce type d'empoisonnement sera développé en détail dans un sous-chapitre suivant, car il présente un intérêt particulier du fait de son importance et des caractéristiques de la toxine en cause.

8 - La Ciguatera

Le terme de Ciguatera vient du nom espagnol " Cigua " donné à un petit gastéropode marin, "le burgo ", livona pica de la famille des Trochidés, qui était consommé à la Havane et dont l'ingestion occasionnait parfois des troubles gastro-intestinaux assez graves. Par extension et à cause de la similitude des symptômes, ce terme a englobé pendant de nombreuses années toutes les intoxications alimentaires dues aux coquillages et aux poissons des régions tropicales et subtropicales.

Aujourd'hui ce terme est réservé à un type clinique bien particulier d'ichthyosarcotoxisme .

Les espèces en cause sont multiples et appartiennent à des familles très différentes les unes des autres. La Ciguatera est présente dans les zones tropicales et subtropicales, dans l'Océan Pacifique, Atlantique et Indien.

Ce type d'empoisonnement sera développé, comme le précédent et pour les mêmes raisons, ultérieurement.

II EMPOISONNEMENTS DÛS A DES TETRAODONTIDES

A - DEFINITION ET IMPORTANCE

Ces empoisonnements sont dûs à l'ingestion de poissons appartenant aux familles des Tétrodontidés, Diodontidés et Canthigastéridés, familles qui comportent uniquement des poissons qui se gonflent. Certains Molidés, Ostracoidés (poissons-coffres) et Balistides peuvent également déterminer des empoisonnements.

Ils sont caractérisés par la rapidité d'apparition des signes cliniques, la gravité et l'importance des symptômes nerveux. L'évolution est toujours brève, la mort survient dans la moitié des cas.

Les accidents ont la plupart du temps lieu au Japon, où le "Fugu" est couramment consommé. Ils représentent environ 65 % des intoxications alimentaires observées dans ce pays. Dans une statistique publiée en 1958, portant sur 72 ans, il y a une moyenne de 200 empoisonnements par an, dont la moitié ont provoqué la mort.

B - HISTORIQUE

La Tétrodonintoxication existe depuis toujours au Japon et a provoqué des milliers de morts au cours des siècles. Les empereurs ont été obligés d'interdire aux samouraïs d'acheter et de manger du "fugu" pour éviter de les perdre. Si l'un d'entre eux manquait à cet ordre et mourait, son fils perdait le droit de lui succéder dans sa charge. L'absorption du foie et des gonades du "fugu" a été également utilisé comme méthode de suicide.

C - ESPECES EN CAUSE

Parmi les différentes familles responsables, les Tétrodons sont responsables de la majorité des accidents. Une liste figure page suivante. Les espèces les plus souvent citées sont :

- Arrothron hispidus " puffer à mort certaine "
- Arrothron meleagris " puffer à points blancs "
- Arrothron nigropunctatus " puffer à points noirs "
- Sphaeroides annulatus " puffer de golfe "
- Diodon hystrix " hérisson de mer "

D - REPARTITION DANS L'ESPACE ET DANS LE TEMPS

Ces poissons sont répartis dans toutes les mers. Leur toxicité varie selon les régions. Sur les côtes Atlantiques, Africaines et Européennes ils entraînent peu d'accidents. Par contre ceux du Pacifique, de la mer de Chine, du Japon, et de la Polynésie sont très redoutables. Dans les régions où les Tétrodons sont dangereux, on note des variations saisonnières de leur toxicité, notamment en période de fraie. Cette

Liste de principaux tétrodonts toxiques

ESPECES	ZONE OU LE POISSON A LA REPUTATION D'ETRE TOXIQUE
<u>DIODONTIDES</u>	
<u>Diodon Holocantus</u>	• Japon - Tahiti - Hawaï - Nouvelle Calédonie
<u>Diodon Hystrix</u>	• Japon - Tahiti - Hawaï - Nouvelle Calédonie
<u>CANTHIGASTERIDES</u>	
<u>Canthigaster Bennettii</u>	• Inde
<u>Canthigaster Cinetus</u>	• Hawaï
<u>Canthigaster Rivalitus</u>	• Japon Hawaï
<u>TETRAODONTIDES</u>	
<u>Amblyrhynchotes Hockenyi</u>	• Nouvelle Calédonie - Japon - Afri- Sud
<u>Arothron Hispidus</u>	• Philippines - Japon - Tahiti - Hawaï - Pacifique tropical
<u>Arothron Meleagris</u>	• Tout le Pacifique
<u>Arothron Nigropunctatus</u>	• Inde - Pacifique Sud
<u>Arothron Stellatus</u>	• Inde - Philippines - Guam
<u>Spheroïdes Alboplumbeus</u>	• Japon
<u>Spheroïdes Chrysops</u>	• Japon
<u>Spheroïdes Hamiltoni</u>	• Japon
<u>Spheroïdes Immaculatus</u>	• Inde - Nouvelle Calédonie - Phil- ippines - Chine - Japon
<u>Spheroïdes Niphobles</u>	• Japon
<u>Spheroïdes Oblongus</u>	• Inde - Nouvelle Calédonie - Phil- ippines - Chine - Japon - Pacifique tropicale
<u>Spheroïdes Pardalis</u>	• Chine - Japon
<u>Spheroïdes Ocellatus</u>	• Inde - Chine - Japon - Yang.Tsé Nil

<u>SpheroTdes Porphyreus</u>	:	• Japon
<u>SpheroTdes Rubripes</u>	:	• Japon
<u>SpheroTdes Stictonotus</u>	:	• Japon
<u>SpheroTdes Vermicularis</u>	:	• Japon
<u>SpheroTdes Xanthopterus</u>	:	• Japon
<u>Tetraodon Fluviatilis</u>	:	• Inde - Philippines - Indochine
	:	espèce fluviale au Cambodge
<u>Tetraodon Heraldii</u>	:	• Californie
<u>Tetraodon Lacrymatus</u>	:	• Polynésie
<u>Tetraodon loevigatus</u>	:	• Japon
<u>Tetraodon Lincatus</u>	:	• Inde - Japon - Espèce fluvia.
	:	Nil et d'Afrique oriental
<u>Tetraodon Rivalitus</u>	:	• Japon
<u>Tetraodon Spengleri</u>	:	• Atlantique tropical - Sénégal
	:	Brésil
	:	

époque correspond à un développement maximal des gonades. A ce moment les ovaires représentent 20 % du poids du poisson contre 5 % en période normale.

En outre, on note que certaines espèces comestibles peuvent devenir dangereuses subitement et sans explication apparente, et que cette toxicité peut varier d'une région à l'autre.

E - TOXICITE

1 - Produits toxiques

Toutes les parties du poisson peuvent renfermer la tétrodontoxine, cependant elle est particulièrement concentrée dans la peau, les glandes sexuelles, les oeufs, le foie et la vésicule biliaire.

2 - Préparation des " Fugus "

Au Japon, où le " Fugu " est un plat de grande qualité et très apprécié, la préparation du poisson est réservée à des cuisiniers experts ayant suivi une formation spéciale sanctionnée par un diplôme. On retrouve dès 1685, dans les écrits sur l'histoire du Japon de KAEMPFER, le mode de préparation des " Fugus ":

" Il faut rejeter tête, os et tripailles et ne consommer que la chair après l'avoir lavée et nettoyée soigneusement, et parfois certains meurent par suite de lavages insuffisants "

On comprend, à partir de ces mots, les études spéciales imposées aux cuisiniers japonais pour servir ces poissons dans les restaurants.

3 - Pouvoir toxique

Une dose de 1mg de Tétrodontoxine peut tuer un homme

F - TOXINE

La tétrodontoxine a été isolée au Japon à l'état amorphe en 1894. De nombreuses méthodes d'extraction basées sur la solubilité dans l'eau et l'alcool permettent de l'obtenir à l'état cristallisé, depuis des travaux réalisés en 1950.

La constitution chimique de la Tétrodontoxine résulte du travail de différentes équipes japonaises et américaines. Ces travaux ont d'ailleurs valu un prix Nobel en 1950 à ces équipes.

Son poids moléculaire est de 319 et sa formule "empirique" $C_{11}H_{17}O$. Cette toxine est hydrosoluble et thermorésistante à 100 ° C.

G - CLINIQUE

Du point de vue clinique, il faut retenir trois caractéristiques :

- . rapidité d'apparition,
- . gravité de l'atteinte nerveuse,
- . évolution rapide.

1 - Phase de début

Dans un délai de dix minutes à trois heures après le début du repas, le convive ressent des picotements au niveau de la langue et des lèvres, puis rapidement un engourdissement des extrémités ou de la totalité du corps. En même temps apparaissent des céphalées et des vertiges.

2 - Phase d'état

Cette phase est caractérisée par des signes digestifs et nerveux.

. Signes digestifs:

On note de l'hypersalivation, des vomissements, des douleurs abdominales puis des accès de diarrhée aqueuse importante.

. Signes nerveux:

Parallèlement aux signes digestifs, apparaissent des céphalées accompagnées d'une mydriase constante et de dysphonie. L'examen du malade révèle, par ailleurs, pâleur, sueurs, angoisse, la température est normale, mais la pression artérielle est diminuée. Dans un délai de deux heures, une paralysie flasque s'étend à tous les muscles et en particulier au diaphragme, ce qui entraîne une dyspnée cyanogène.

3 - Evolution

Dans 50 % des cas le malade meurt par suite d'une paralysie respiratoire. L'évolution peut être rapide, de l'ordre de quelques heures. Si le malade est encore en vie après 48 heures, la guérison est pratiquement assurée.

4 - Traitement

Il n'y a pas de traitement spécifique. La thérapeutique est purement symptomatique et a pour but de maintenir le malade en vie pendant 24 heures.

Pour ce faire on s'efforce de :

- . Evacuer la toxine à l'aide de vomitifs ou de lavages d'estomac. On peut également adsorber la toxine
- . Maintenir la ventilation pulmonaire grâce à une assistance respiratoire et administrer des analeptiques cardio-respiratoires.

- . Favoriser l'élimination par l'emploi de diurétiques
- . En outre, l'administration de glucocorticoïde ainsi que de vitamines B1, B6, B12 favorise la guérison.

I - PROPHYLAXIE

La prophylaxie est simple; elle consiste à ne pas consommer de poisson-ballon. Au Japon, la commercialisation du " Fugu " est sévèrement contrôlée par le Ministère de la Santé.

Le danger subsiste malgré tout en Europe avec l'importation de poissons ou parties de poissons congelés. En 1977 il y a eu 10 intoxications en Italie, dont 3 mortelles, et 5 en Suisse. La même année en France plusieurs empoisonnements ont été signalés dans la région de Marseille, dus à des fragments de lotte congelés en provenance de Taïwan.

En 1978, dans la région de Valence, apparurent trois nouveaux cas, dont 1 mortel, à partir de queues et filets de poisson congelé vendu sous le nom de lotte, provenant soit du Japon, soit des Etats Unis d'Amérique. L'analyse radiographique d'un fragment de vertèbre de la région caudale a montré qu'il s'agissait d'un tétrodon tropical du genre Gastrophysus, mélangé à des filets de vraie lotte.

Dans ce cas précis, le contrôle vétérinaire est inopérant. La seule mesure efficace consiste à interdire l'importation en France de fragments de poissons provenant de régions tropicales, à condition en outre de s'assurer que certains pays de régions froides ou tempérées ne servent pas de lieu de transit pour des poissons venant des tropiques.

III - LA CIGUATERA

A - DEFINITION

Le terme de Ciguatera s'applique aujourd'hui, d'une part à un syndrome polymorphe consécutif à l'ingestion de poissons et parfois d'invertébrés marins vénéneux vivant dans un biotope corallien, d'autre part au phénomène de biologie marine qui en est à l'origine d'après BAGNIS.

Ce type d'empoisonnement est très fréquent dans les îles tropicales des trois océans entre 35 ° de latitude Nord et 35 ° de latitude Sud. Du point de vue clinique, c'est un syndrome à dominante neuro digestive.

B - HISTORIQUE

Les premières observations datent du XVI^e siècle, lors de l'arrivée des Conquistadores sur les rivages des Caraïbes. Les premiers accidents furent signalés par VASCO DE GAMA, MAGELLAN et CHRISTOPHE COLOMB aux Antilles.

Au XVII^e siècle, le navigateur FERNANDEZ DE QUEIROS et au XVIII^e COOK en parlent dans leurs journaux de bord, lors de voyages dans le Pacifique Sud.

Au XIX^e siècle, plus exactement en 1866, le Cubain POEY utilisa le premier le terme de Ciguatera pour désigner des troubles gastro intestinaux apparaissant après l'ingestion d'un gastéropode, Livona-pica, dénommé Cigua en espagnol. Par extension, le terme de Ciguatera a été donné à tous les accidents toxiques déterminés par l'ingestion de poissons. Aujourd'hui sa signification est plus restrictive, ainsi qu'il ressort de la définition rapportée ci-dessus.

Des travaux très importants de synthèse et de recherches expérimentales ont été réalisés au cours de ces dernières années par des équipes différentes du "Hawai Institute of Marine Biology" (Etats Unis d'Amérique), "Office des Pêcheries de Tokyo" (Japon), de l'"Institut de Recherche de Polynésie Française" ou "Institut Louis Malarde" (France).

C - ESPECES EN CAUSE

La plupart des espèces récifales sont potentiellement "toxicophores". Certaines espèces pélagiques ont également provoqué des empoisonnements de type ciguatérique.

Les principales familles de poissons coralliens en cause sont:

Les Acanthuridés	Poissons chirurgiens
Les Lutjanidés	Perches de mer
Les Serranidés	Mérus
Les Balistidés	Balistes
Les Scaridés	Poissons perroquets

Les Carangidés	:	Carangues
Les Muraenidés		Murènes

Pour ce qui est des espèces pélagiques :

Les Sphraenidés	Barracudas et Becunes
Les Thunidés	Thons.....

Une liste exhaustive a été établie par HALSTEAD. Elle figure en annexe du présent travail.

D'autres animaux marins ont été accusés d'être ciguatériques, notamment certaines tortues marines:

Eretmochelys imbricata (Iles Gilbert)

Chaelonia mydas (Samoa)

Un tridacne ou Benitier :

Tridacna maxima (Archipel Société)

Les poissons ciguatériques sont classés en différentes catégories en fonction de leur régime alimentaire, Herbivores, Corallivores, carnivores.

Les herbivores se nourrissent d'algues filamenteuses en broutant le substrat sur lequel elles se développent; ce sont des microphages détritivores.

Les Corallivores se nourrissent soit de polypes coralliens, soit de substrats coralliens.

Pour ce qui est des carnivores, il faut distinguer les carnivores fouisseurs, les carnivores benthiques et les carnivores de pleine eau. Ces considérations sont très importantes pour expliquer les " flambées d'intoxication d'origine ciguatérique " et rechercher la cause de cet ichthyosarcotoxisme .

D - REPARTITION DANS L'ESPACE ET DANS LE TEMPS

Il existe de très grandes variations de la toxicité dans l'espace et dans le temps. Pour une même espèce on note des variations de toxicité d'un lieu à l'autre (parfois distants d'à peine un kilomètre) et d'une semaine à l'autre.

La Ciguatera intéresse surtout les régions tropicales et subtropicales situées entre 35° latitude Nord et 35° latitude Sud, ce qui correspond à la zone où se développent les massifs coralliens.

1 - Selon les époques

Des variations saisonnières n'ont pas été mises en évidence d'une manière certaine . Par contre, dans le temps elles sont indéniables.

Ainsi en Polynésie Française BAGNIS a constaté des zones où:

- * L'endémie est stable depuis plusieurs années,
- * L'endémie augmente depuis plusieurs années ou bien diminue,
- * L'endémie est apparue récemment et brutalement.

2 - Selon les lieux

En Polynésie , dans deux îles proches l'une de l'autre, certaines espèces sont consommées quotidiennement sur l'une, tandis que sur l'autre elles sont bannies de la nourriture car provoquent des accidents.

E - TOXICITE

1 - Produits toxiques

Il faut signaler dès maintenant qu'il existe différentes toxines. Celles-ci ont pu être extraites des muscles, des viscères et du contenu digestif des poissons toxicophores.

2 - Variations

La toxicité varie considérablement en fonction de différents facteurs.

- . La toxicité est le plus souvent proportionnelle à la taille.
- . Les viscères sont en général plus toxiques que le muscle.
- . Deux espèces voisines d'un même genre peuvent dans un même lieu être l'une comestible et l'autre toxique.
- . Au sein d'une même espèce et dans un même lieu il n'existe pas de règle concernant le pouvoir toxicophore de chaque individu.

3 - Origine de la toxicité

De très nombreuses théories ont été avancées, mais ce n'est qu'au cours de ces dernières années qu'a été mis en évidence l'agent causal de ces empoisonnements.

Différentes origines avaient été envisagées:

Origine endogène de la toxicité,
Origine exogène de la toxicité:

- * Bactérienne,
- * Métallique,
- * Alimentaire: . Corail,
 . Plancton,
 . Algue.

Aujourd'hui les chercheurs ont montré que c'est un Dinoflagellé, *Diplopsalis sp.nv.* qui serait à l'origine de la Ciguatera. Le développement de ce Dinoflagellé s'inscrit dans le cadre d'une dégradation des écosystèmes coralliens modifiant les rapports d'interdépendance et de compétitivité au sein de la communauté benthique.

F - TOXINES

Des recherches récentes réalisées par les trois équipes japonaise, américaine et française ont permis de mettre en évidence un véritable complexe toxinique. Il faut distinguer des toxines liposolubles et des toxines hydrosolubles.

1 - Toxines liposolubles

a - Ciguatoxine (CTX)

C'est la substance la mieux connue des points de vue biochimique, pharmacologique, immunologique et clinique.

Sa mise en évidence a eu lieu en 1958 à partir de muscles de l'espèce Lutjanus bohar. Son isolement est plus récent, (1967), à partir de muscle*

* Gymnothorax javanicus.

b - Scaritoxine (STX)

Elle a été isolée en 1976 à partir des muscles du perroquet bossu ou Scarrus gibbus.

2 - Toxines hydrosolubles

a - Ciguatérine

Elle a été isolée à partir du foie de l'espèce Lutjanus bohar et par la suite elle a été retrouvée dans le foie du poisson chirurgien Ctenochaetus striatus.

b - Amines

Elles ont été uniquement trouvées dans les viscères d'un mollusque gastéropode Turbo argyrostum. On distingue différentes tétramines.

c - Maïtotoxine (MTX)

Elle a été isolée en 1975 à partir des viscères digestifs du poisson chirurgien Ctenochaetus striatus.

G - CLINIQUE

1 - Formes cliniques

Le tableau clinique de l'intoxication ciguatérique est très variable. C'est un syndrome à prédominance neuro-digestive avec un très grand polymorphisme symptomatologique.

2 - Incubation

Elle est très variable, de trente minutes à trente heures.

Elle dépend de l'individu, de l'espèce de poisson ingéré, de sa grosseur et de la quantité de chair absorbée.

3 - Premiers symptômes

On note en premier lieu une dysesthésie, des picotements au niveau de la tête (nez, lèvres, langue) ainsi que des fourmillements des extrémités.

Parallèlement s'installe un malaise général avec des sueurs et des nausées.

4 - Phase d'état

Cette phase débute environ deux heures après l'apparition des premiers symptômes. Deux dominantes importantes sont constatées; des troubles nerveux et des signes digestifs

a) Troubles nerveux

Le malade ressent une intense fatigue et présente les troubles suivants:

- * Sensoriels: . Hyperesthésie importante et douloureuse au froid,
 - . Prurit violent au niveau de la plante des pieds et des mains (d'où le nom de gratte),
 - . Brûlures à la miction.
- * Moteurs : . Parésie légère pouvant aller jusqu'à une ataxie locomotrice avec paralysie,
 - . Dans certains cas, une dépression respiratoire pouvant entraîner la mort.

b) Troubles digestifs

On note des vomissements et une diarrhée aqueuse qui rétrocedent en général en 24 heures.

c) Troubles annexes

Il peut apparaître un rash érythémato-vésiculeux prurigineux avec des manifestations anaphylactiques.

On peut noter également:

- * Un pouls petit et rapide,
- * Une pression artérielle diminuée,
- * Une diminution des reflexes,
- * Une mydriase,
- * Un électrocardiogramme révélant des troubles de la conduction auriculoventriculaire du premier degré,
- * Parfois de l'hyperthermie.

5 - Evolution

La mort survient rarement, dans environ 2 à 3 % des cas, et en général chez des individus fragiles. La disparition de certains signes cliniques est très lente, quelques jours pour les signes cardiaques, deux à trois semaines pour les troubles nerveux et moteurs, plusieurs mois pour les phénomènes de dysesthésie, d'asthénie et de prurit.

Il existe également par la suite un phénomène de sensibilisation aux poissons des récifs en général.

H - TRAITEMENT

Il est symptomatique ; de nombreuses recherches sont en cours.

1 - Troubles digestifs

Le médecin peut prescrire des antispasmodiques, des ferments lactiques ou du charbon actif. Toutefois, ces troubles disparaissent spontanément.

2 - Troubles nerveux

Les troubles moteurs disparaissent rapidement.

Les signes cardio-respiratoires peuvent nécessiter la mise en oeuvre d'une respiration assistée et l'utilisation d'analeptique cardio-respiratoires.

Les troubles sensitifs sont délicats à faire disparaître et sont parfois insupportables pour le malade. L'association d'acide salicylique, de colchicine et de vitamine B 6 remédie partiellement à cette difficulté.

3 - Prurit

Il disparaît assez rapidement à l'aide d'antihistaminiques.

. A côté de ces thérapeutiques modernes et compte tenu de l'ancienneté de ce type d'empoisonnement, il existe un grand nombre de remèdes indigènes parfois très efficaces, mais pouvant avoir des effets secondaires néfastes. Par exemple, en Nouvelle Calédonie, " l'herbe à gratte " ou Messier chmidia argentea a des propriétés antiprurigineuses remarquables. Au Gambier, l'Euphorbia atoto est utilisé pour ses propriétés émétiques.

I - PROPHYLAXIE

Le touriste dans les îles tropicales doit s'abstenir de consommer le produit de sa pêche ou de sa chasse. Il veut vraiment faire griller ses prises, il peut, comme cela est de pratique courante dans ces régions, en donner auparavant

un morceau à manger à un chat ou à un chien et surveiller alors les réactions de l'animal.

Il ne faut surtout pas se fier aux croyances locales selon lesquelles un anneau ou une pièce de monnaie placés à l'intérieur d'un poisson change de couleur après la cuisson s'il s'agit d'une espèce toxiphore.

En dehors de ces déplacements vers le soleil, en 1977, dans la région de Béziers, un couple ayant consommé des poissons surgelés froids a présenté des symptômes équivalents à ceux d'une intoxication ciguatérique. L'examen clinique et l'analyse des restes du repas ont permis d'affirmer qu'il s'agissait bien là d'un empoisonnement de type ciguatérique. Ces poissons provenaient de Taïwan, donc ils étaient susceptibles d'avoir été pêchés dans une zone toxigène tropicale.

Seule une interdiction à l'importation permettrait d'éviter ce genre d'accident.

CHAPITRE TROISIEME : SAXITOXINE - TETRODON- TOXINE - TOXINES CIGUATERIQUES

I SAXITOXINE

A - PARALYTIC SHELL FISH POISONING (PSP)

1 - Définition

Il s'agit d'un empoisonnement survenant chez l'homme après l'ingestion de moules, praires, huîtres et autres bivalves ayant séjourné dans un milieu envahi par des Dinoflagellés toxiques.

Ces Dinoflagellés entraînent également lors de leur multiplication extraordinaire liée à des modifications du milieu, une mortalité très importante de la faune marine et en particulier des poissons. Les bivalves sont peu sensibles à la toxine des Dinoflagellés, aussi, on assiste à une concentration de la toxine chez ces coquillages.

2 - Historique

Les premières observations " d'eau rouge ", qui correspondent à la pullulation de ces Dinoflagellés en surface, figurent : dans la Bible. Dans l'Iliade il est également fait mention de cette modification de couleur de la surface de la mer accompagnée d'une forte mortalité des poissons.

En 1851, le Français LAMOUROUX établit un rapport entre les empoisonnements dus à certains coquillages et la présence de " crasse " à la surface de l'eau.

En 1928, l'Américain W.J. SOMMER montre la coïncidence entre la toxicité de coquillages à certaines périodes et la pullulation d'un Dinoflagellé du plancton : Gonyaulax catanella.

3 - Répartition dans le temps et dans l'espace

L'apparition de ces Dinoflagellés en grand nombre à la surface de la mer a toujours lieu entre les mois de mai et novembre, quelle que soit la région.

C'est un phénomène sporadique et imprévisible.

Ce phénomène a été enregistré en Amérique du Nord, en Europe, en Afrique, en Asie et dans les îles du Pacifique.

4 - Organismes renfermant la Saxitoxine

Parmi les bivalves il faut citer les moules, les praires, les huîtres

les clams, les coquilles Saint Jacques, ainsi que d'autres bivalves peu ou pas consommés par l'homme.

Certains gastéropodes peuvent également être toxiques ainsi que des crabes.

D'une manière générale, la Saxitoxine a peu d'effets sur les poissons. Leur mortalité a été expliquée de différentes manières: colmatage des branchies par la gelée que forment les marées rouges, manque d'oxygène dans le milieu ou stagnation, accumulation et décomposition anaérobie de ce surcroît de matières organiques libérant des substances toxiques pour les poissons.

5 - Clinique

a) Symptomatologie

Les premiers symptômes apparaissent rapidement, environ trente minutes après l'ingestion. Si le malade est encore en vie à la douzième heure, il est sauvé dans la majorité des cas.

Le tableau clinique est proche de celui observé dans la tétrodon-intoxication. On distingue des symptômes nerveux et digestifs : dysesthésie, ataxie, dysphonie, prostration, nausées, vomissements, diarrhée sont le cortège habituel de ce type d'empoisonnement.

La mort survient dans environ 10 % des cas par paralysie respiratoire.

b) Traitement

Le traitement est identique à celui mis en oeuvre dans la tétrodonintoxication.

c) Prophylaxie

Il faut respecter les consignes de quarantaine mises en place par l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes lors de suspicion de pollution et il faut éviter de consommer les "chairs noires" des coquillages (hépatopancreas et siphon).

En Amérique et au Canada il existe un réseau côtier de surveillance du milieu marin, des coquillages frais, conservés ou surgelés, s'occupant tout particulièrement des phénomènes " d'eau rouge ".

B - ORIGINE DE LA SAXITOXINE

1 - Les Dinoflagellés

a) Généralités

Les Dinoflagellés appartiennent au plancton marin; ils sont répartis dans toutes les mers. Leur nutrition se fait de deux

CLASSE	PARTICULARITES	ORDRE	GENRE
Dinophycées	Flagellé unicellu-	Péridionales	<u>Cochlodinium</u>
ou Dinoflagellés	laire muni de deux		<u>Gymnodinium</u>
ou péridiniens	flagelles, corps nu		<u>Gyrodinium</u>
	ou protégé par une		<u>Noctiluca</u>
	carapace cellulo-		<u>Glenodinium</u>
	sique		<u>Peridinium</u>
			<u>Gonyaulax</u>
			<u>Ceratium</u>

D'APRES LA CLASSIFICATION DE BOUGIS 1975 ET FELDMANN 1963

ESPECES	REGIONS
<u>Gonyaulax Catanella</u>	Côtes Pacifique Nord
<u>Gonyaulax Acatanella</u>	Côtes Colombie Britannique
<u>Gonyaulax Tamarensis</u>	Côtes Pacifique Nord
	Côtes Mer du Nord
<u>Pyrodinium Phaneus</u>	Côtes Mer du Nord

DINOFLAGELLES RESPONSABLES DE LA P.S.P.

façons grâce à des chloroplastes, ils peuvent effectuer la photosynthèse, grâce à leur mobilité ils peuvent capturer des proies à l'aide de pseudopodes.

• Ils sont enveloppés d'une carapace cellulosique et renferment un protoplasme qui peut contenir un pigment rouge très toxique (pour le genre Gonyaulax). Ils se développent dans les conditions normales à une profondeur d'environ soixante dix mètres.

b) Espèces responsables (Tableau synoptique pages 44 et 46)

Pour ce qui est de la Paralytic Shell Fish Poisoning, différentes espèces de Dinoflagellés ont été mentionnées. Elles appartiennent aux genres Gonyaulax et Pyrodinium, selon les régions touchées. Les Dinoflagellés comportent également d'autres espèces possédant des pouvoirs toxiques. La découverte récente de l'agent causal de la Ciguatera (Diplopsalis sp. nov.) en est la preuve.

- Le Phénomène des "eaux rouges"

Dans certaines conditions les Dinoflagellés montent à la surface et se multiplient de façon extraordinaire (20 à 40 M / litre) Ce phénomène a lieu à certaines époques où l'on note un réchauffement de la couche d'eau superficielle. Mais ces organismes doivent également trouver en surface, pour se développer et se reproduire, des teneurs élevées en sels nutritifs, phosphates et nitrates, bien supérieures à celles qui existent normalement. Ces phosphates et nitrates peuvent avoir différentes origines: lessivage des sols (engrais) ou pollutions diverses d'origine humaine.

Depuis quelques années on assiste à une recrudescence de ces phénomènes. Il est facile de superposer la carte des zones à haute pollution marine et celle des zones à marées rouges de ces dix dernières années, cela notamment aux Etats Unis d'Amérique.

Le mécanisme d'apparition des "eaux rouges " est le suivant:

- L'apparition est brutale. Parfois dans les jours précédents il a été remarqué " une apparence tachetée de la mer succédant à plusieurs jours de calme " . (JP. EHRARDT - G SEGUIN)
- Le développement est très rapide. L'étendue du phénomène augmente de proche en proche. La coloration de l'eau est de plus en plus marquée.
- Puis la coloration de l'eau se stabilise. Le phénomène de dégradation de la matière organique débute. L'eau est visqueuse et il s'en échappe une odeur putride.
- Enfin apparaît la phase de dispersion caractérisée par l'enfoncement en profondeur de " l'eau rouge ".

(	:	:	:
(	ESPECE	REGION	TYPE D'EMPOISONNEMENT
(	-----	-----	-----
(	:	:	:
(	<u>Gymnodinium breve</u>	Côtes de Floride	Emp. voisin de la ciguatera
(	:	:	:
(	<u>Gonyaulax monilata</u>	Côtes des USA	Emp. des poissons
(	:	:	:
(	<u>Gonyaulax polyedra</u>	Côtes sud Californie	Emp. avec paralysie
(	:	:	:
(	<u>Gonyaulax veneficium</u>	Manche	Toxique pour les poissons
(	:	:	et souris
(	:	:	:
(	<u>Exuviaella mariae lebouriae</u>	Japon	Venerupin shell fish poison
(	:	:	ning
(	:	:	:
(	<u>Diplopsalis sp. nov.</u>	entre 35° Sud	Ciguatera
(	:	et 35° Nord	:
(	:	:	:

AUTRES DINOFLAGELLES TOXIQUES

3 - Toxicité des bivalves

Pour se nourrir, les coquillages filtrent des quantités considérables d'eau. Ils fixent alors les toxines de différentes manières.

- * Pour les moules: La Saxitoxine est fixée dans l'hépatopancréas. Son élimination peut avoir lieu rapidement après la disparition des phénomènes "d'eau rouge".
- * Pour les palourdes: La fixation a lieu au niveau du siphon et son élimination ne peut avoir lieu rapidement après la disparition des phénomènes "d'eau rouge".

La toxine ne subit aucune modification; les bivalves ne possèdent pas d'enzymes capables de métaboliser la saxitoxine. Le danger est particulièrement important avec les palourdes et les clams, qui peuvent entraîner des accidents plusieurs semaines après la fin de la contamination.

- CARACTERES DE LA SAXITOXINE

1 - Isolement de la saxitoxine

Il a été réalisé en Amérique, à partir de huit tonnes de palourdes contaminées (espèce *Saxidomus giganteus*) qui ont permis de fournir trois cents kilogrammes de siphons, afin d'obtenir un gramme de Saxitoxine purifiée.

2 - Propriétés physiques et chimiques

La formule brute de la saxitoxine est $C_{10}H_{15}N_7O_3 \cdot 2HCl$.
Son poids moléculaire est de 372.
Elle est hydrosoluble et non liposoluble. La chaleur et les sucs digestifs sont sans effets sur son pouvoir toxique.

3 - Pharmacologie

a) Toxicité

Il suffit d'une dose de 0,5 à 1 milligramme pour tuer un homme. Sa toxicité spécifique est de 5500 unités souris par milligramme (US / mS). On définit l'unité souris comme étant la dose qui tue une souris de laboratoire de 20 grammes en 15 minutes après une injection intrapéritonéale.
Dans le cas de la saxitoxine 1 U.S = 0,18 µg.

b) Mode d'action biologique

La saxitoxine agit en bloquant la pénétration des ions sodium dans le muscle et les nerfs. Ce blocage explique les troubles nerveux apparaissant dans le tableau clinique.

II - TETRODOTOXINE

A - EXTRACTION, PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

L'extraction de la tétrodoxine est basée sur sa solubilité dans l'eau et l'alcool. Le procédé classique consiste en un broyage des chairs, puis une purification par évaporation sous vide et enfin de lavages successifs à l'alcool.

La poudre obtenue est blanche, insoluble dans les solvants organiques ordinaires et dans l'éther.

Sa formule brute est : $C_{11}H_{17}O_8N_3$. C'est une imino-hydroxyquinazoline. Elle peut être représentée sous forme d'un zwitterion de structure hemilactale résultant de la formation d'un diester interne. On note à une extrémité un groupement guanidine qui joue un rôle dans son pouvoir toxique.

Son poids moléculaire est de 319.

Elle est thermostable, résiste à l'ébullition.

Les sucs digestifs sont sans effets sur ses propriétés toxiques.

Sa formule développée figure page 49.

B - PHARMACOLOGIE ET TOXICOLOGIE

1 - Mode d'action

La tétrodoxine inhibe la perméabilité membranaire des cellules aux ions sodium. Elle provoque donc une modification des échanges entre le sodium et le potassium.

Le groupe guanidien présent dans sa structure supprimerait le potentiel d'action et inhiberait ainsi la propagation de l'influx nerveux et la contraction musculaire.

2 - Toxicité

Les premières expérimentations animales ont été réalisées sur des chiens en 1883 par REMI, celui-ci leur injectait bouillies d'organes génitaux.

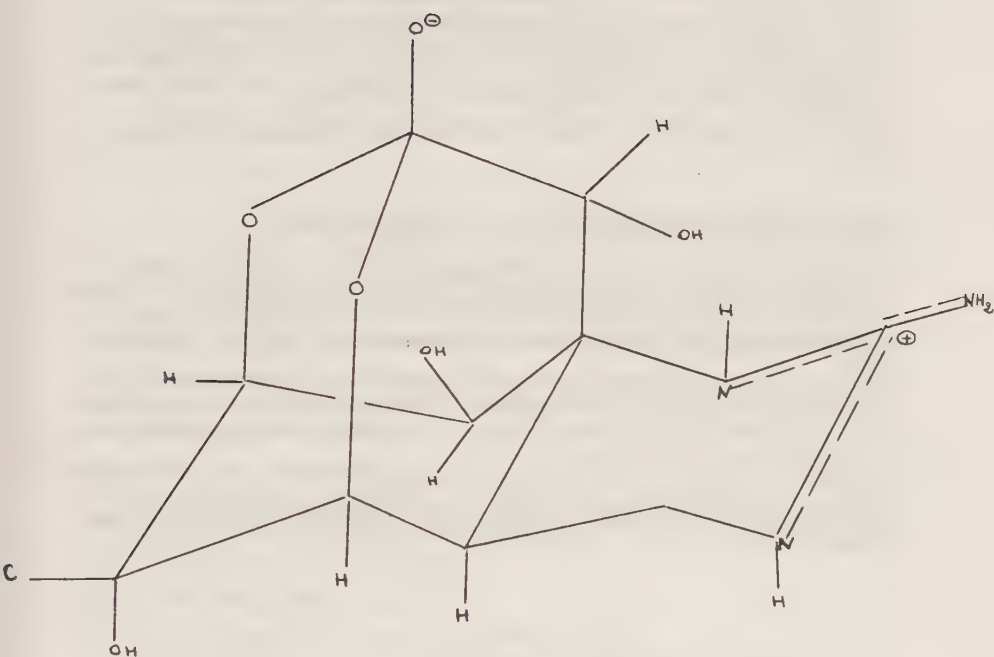
Le chat et la souris ont aussi contribué, par la suite, à la compréhension de ce type d'empoisonnement.

L'unité souris a été définie par BARTSCH en pratiquant des injections intrapéritonales à des souris de laboratoire.

En moyenne, cent grammes de chair de tétrodon toxique contiennent 1600 à 3000 unités souris.

Un milligramme peut tuer un homme.

La tétrodoxine injectée par voie intraveineuse chez le chien provoque une mort rapide par arrêt respiratoire. Mais si l'animal est placé sous respiration artificielle, les signes de l'intoxication disparaissent dans un délai de dix à trente six heures.



TETRODONTOXINE

Il existe donc une élimination ou une transformation de la toxine dans l'organisme.

C - ORIGINE DE LA TETRODONTOXINE

Comme dans le cas de la Ciguatera, différentes origines ont été envisagées:

- * Contamination bactérienne,
- * Origine métallique,
- * Origine alimentaire,
- * Origine gonadique.

La contamination bactérienne est à éliminer car il n'existe pas de relation entre l'état de fraîcheur du poisson et sa toxicité.

L'origine métallique et l'origine alimentaire ont été abandonnées car des fugus élevés en aquarium renferment également de la tétrodontoxine. L'origine gonadique est possible; la toxine pourrait être sécrétée par les gonades pour protéger les oeufs et diffuserait à ce moment dans la chair.

Pour l'instant aucune certitude n'existe; des travaux de recherche se poursuivent.

D - ANALOGIE DE LA TETRODONTOXINE ET DE LA TARICHATOXINE

Certains amphibiens, salamandres et tritons de Californie, possèdent une toxine. La similitude chimique et toxicologique a été bien établie par TWITTY et MORHER. TWITTY constate lors de l'injection d'extraits de tritons (taricha torosa) à des salamandres, l'apparition de paralysies.

Lors de la constitution de chimères, mi-triton mi-salamandre, il note la paralysie de la moitié salamandre. Il existe donc une toxine sécrétée par la partie triton, sans effet sur celle-ci, mais provoquant des paralysies chez les salamandres.

Une toxine a été extraite à partir d'oeufs de triton; c'est la tarichatoxine. Cette substance, par la suite, a perdu son appellation, les chercheurs ayant démontré son analogie de structure avec la tétrodontoxine.

- TOXINES CIGUATERIQUES

A - LES DIFFERENTES TOXINES

Il faut distinguer les toxines liposolubles, qui entrent pour une part prépondérante dans le déroulement de l'empoisonnement et les toxines hydrosolubles, ayant un moindre rôle car contenues dans les viscères. Différentes méthodes d'extraction et de séparation sont utilisées. Elles permettent l'extraction des toxines liposolubles (ou résidu méthanol) d'une part et des toxines hydrosolubles d'autre part. Dans ces deux fractions les toxines sont isolées par chromatographie. Différents types d'extraction sont mentionnés pages 52-53 et 54.

1 - Ciguatoxine CTX Liposoluble

La formule brute de la ciguatoxine est (C₃₅H₆₅N₀₈) n.
Son poids moléculaire est d'environ 1500.

Ses effets cliniques se caractérisent par une ataxie locomotrice accompagnée de diarrhée, d'hypersalivation, de dyspnée, de cyanose et de convulsions.

Cette toxine a de multiples actions pharmacologiques:

- . Actions cholinergiques et adrenergiques mélangées,
- . Actions sur le nerf sciatique (libération de catécholamines),
- . Actions au niveau de la membrane cellulaire par libération massive de l'ion sodium,
- . Inhibition de l'action polarisante de l'ion calcium.

Du point de vue immunologique, des antisérums ont été obtenus sur lapin et mouton

Ils neutralisent certains effets pharmacologiques.

D'autre part, il existe des réactions cutanées d'hypersensibilité immédiate chez le chat.

2 - Scaritoxine STX liposoluble

Elle est très voisine de la ciguatoxine et peut être présente seule ou avec elle. Sa différenciation se fait par chromatographie sur colonne ou couche mince.

3 - Ciguatérine hydrosoluble

Elle est composée de quatorze acides aminés.

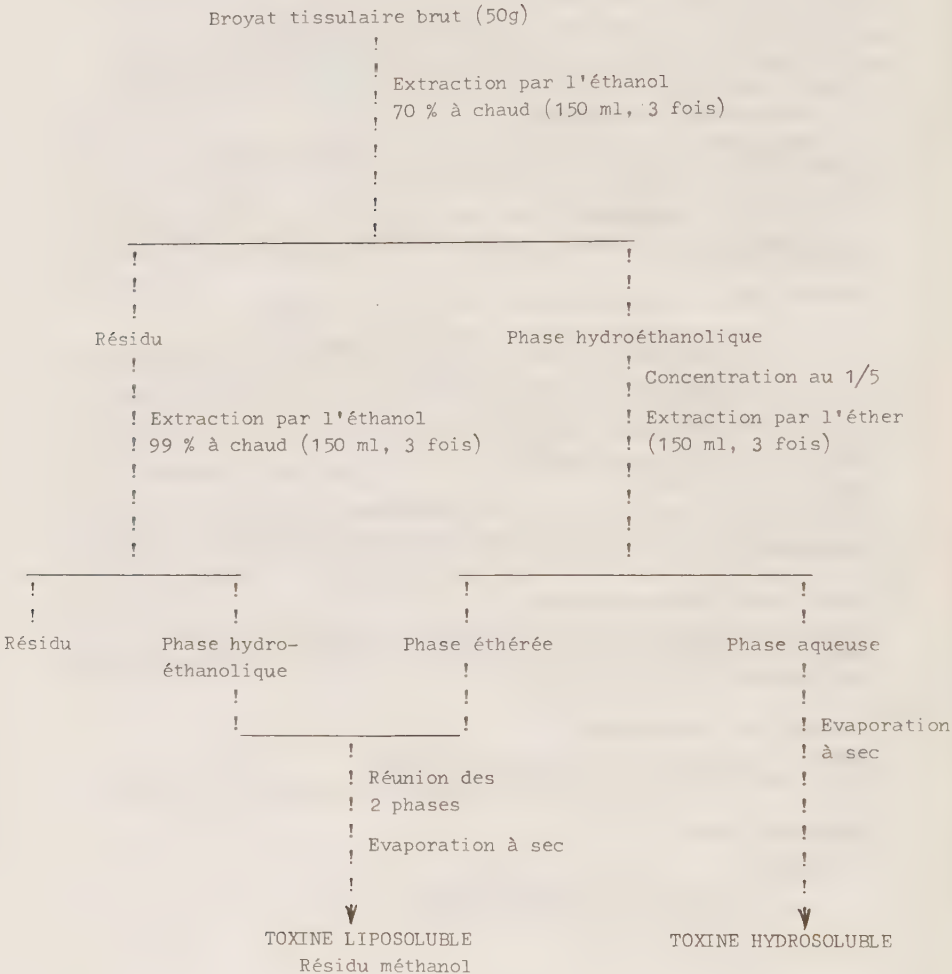
Elle a peu d'effet chez l'homme, mais est émétiq. chez le chat.

4 - Amines solubles

Il s'agit :

- . d'une amine tertiaire sulfonée,
- . d'une amine quaternaire sulfonée,

Méthode de différenciation précoce des
toxines hydrosolubles et liposolubles
pisciaires (d'après HASHIMOTO).



Méthode de séparation et purification de
scaritoxine et de la ciguatoxine à partir
d'extraits liposolubles musculaires
toxiques (d'après CHUNGUE et coll.).

Résidu méthanol

! Colonne d'acide silicique

Eluat CHC₁₃ - MeOH (9:1)

! Colonne DEAE cellulose acétate
! (1 ou plusieurs passage (s))

Eluat chloroforme

Eluat chloroforme-méthanol 1:1

! Colonne successive de Sephadex LH20
! Diamètre 3,5 à 2,5 cm. Hauteur 55 à 120 cm
! Elution par chloroforme-méthanol 2:1

Fraction 190-245 ml

Fraction 195-220 ml

! Colonne successive de Sephadex LH20
! Diamètre 1,9 à 1,6 cm, hauteur 143 à 166 cm
! Elution par éthanol-eau 96:4

Fraction 265-310 ml

Fraction 205-230 ml

! CGM de silicagel
! Systèmes de dévelop-
! pement A, B, C.

Rf 0,65-1

Rf 0,1-0,5

↓
SCARITOXINE

↓
CIGUATOXINE

Méthode de purification de la maitotoxine à partir d'extraits hydrosolubles toxiques de contenus digestifs de poissons et des gazons mixtes recouvrant les galets coralliens (d'après BAGNIS).

Toxine acétono-insoluble

! ! ! ! !

Colonne d'acide silicique

! ! !

! ! !

Eluat chloroforme-méthanol 6:4

Eluat chloroforme-méthanol 4:6

!!!

!!!

!!!!

Colonne de DEAE-cellulose (OH)

Eluat chloroforme-méthanol-eau (5:15:1)

! ! ! ! !

MAITOXINE

. d'une amine quaternaire non sulfonée.

Leurs actions ont été peu étudiées.

5 - Maïtotoxine MITX hydrosoluble

Elle est composée d'acides gras, de galactose et de quinze acides aminés.

Son pouvoir toxique est faible comparativement à celui de la ciguatoxine. Elle est plus active chez la souris que chez le chat.

B - ORIGINE

1 - Mise en évidence du rôle d'un Dinoflagellé

La ciguatoxine et la maïtotoxine ont été mises en évidence dans le tractus digestif de poissons microphages détrivores, tels que Ctenochaetus striatus (poisson chirurgien) et Scarus gibbus (poisson perroquet).

Ces poissons se trouvent être les premiers à devenir toxicophores lors de flambée ciguatérique. Les recherches ont donc porté vers le substrat sur lequel se nourrissent les premiers maillons de la chaîne toxique.

A partir d'une étude d'amas biodétritique fixé au substrat corallien mort d'une zone d'endémicité de la ciguatera, il a été mis en évidence une toxicité souris très importante.

A l'examen microscopique, les chercheurs ont révélé la présence en grand nombre d'un dinoflagellé de la classe des Dynophyceae, famille des Glenodiniaceae du genre Diplopsalis.

On retrouve la ciguatoxine et la maïtotoxine dans les prélèvements de substrat. La quantité de Ciguatoxine et Maïtotoxine est directement proportionnelle à la quantité de Diplopsalis présente dans les prélèvements.

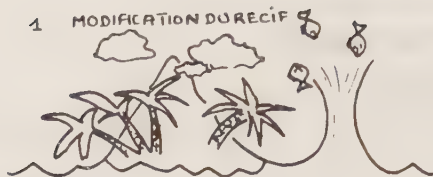
Ramené à un gramme de matière sèche, on a pour la ciguatoxine 316 US/g, et pour la maïtotoxine 1496 US/g, alors que chez l'espèce C. striatus on avait pour la ciguatoxine, 22 US/g dans le muscle, 70 US/g dans le foie et 40 US/g dans le contenu digestif, et pour la maïtotoxine, 30 US/g dans le bol alimentaire.

Il s'agit ici d'un Dinoflagellé du genre Diplopsalis et l'on a vu précédemment le rôle que peuvent jouer les Péridiniens dans d'autres empoisonnements biomarins (Paralytic Shell Fish Poisoning, Venerupin Shell Fish Poisoning).

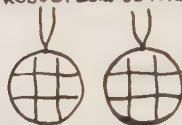
Les anticorps anticiguatoxiques réagissent avec les Diplopsalis en immunofluorescence.

Des cultures axéniques de Diplopsalis renferment une grande quantité de maïtotoxine.

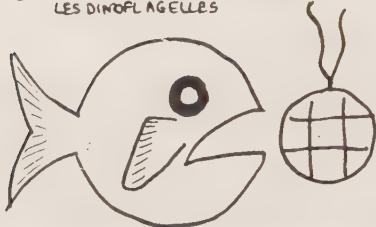
1 MODIFICATION DU RECIF



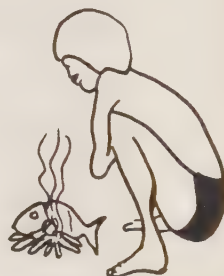
2 PROLIFERATION DES DINOFLAGELLES PRODUCTEURS DE TOXINE



3 LES PETITS POISSONS MANGENT LES DINOFLAGELLES



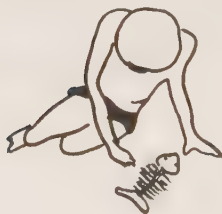
5 LE POISSON EST MANGÉ PAR L'HOMME



4 LES PETITS POISSONS SONT MANGÉS PAR DE PLUS GRANDS POISSONS



6 INTOXICATION CIGUATÉRIQUE



L'INTOXICATION CIGUATÉRIQUE EN IMAGES (57)

Par contre, la Ciguatoxine n'a pas encore été mise en évidence dans de telles cultures.

2 - Origine de ces Diplopsalis

Le développement de ces Dinoflagelles serait lié à une modification de l'écosystème corallien. Cette modification résulte d'une agression du milieu d'origine naturelle ou humaine.

Les agressions naturelles entraînent des modifications brutales des fonds sous-marins. Ce sont:

- . Les tempêtes, les cyclones et raz de marée,
- . La putréfaction d'animaux morts,
- . Les phénomènes "d'eaux rouges",
- . La prolifération de l'Acanthaster planci (Echinoderme) qui détruit le corail vivant.

Les agressions humaines sont:

- . Les travaux sous-marins, les travaux de dragage, les aménagements de ports, de chenaux,
- . Les immersions de ferraille, la présence d'épaves,
- . Le ramassage des coraux, des coquillages,
- . La récolte des huîtres perlières,
- . Les pollutions en général liées au développement du tourisme.

Les coraux sont indispensables à l'intégrité du milieu récifal. Ils régularisent la vie de la plupart des autres éléments de la faune benthique.

Les toxines ciguatériques pourraient être présentes en permanence dans le milieu en petite quantité (BAGNIS).

Il suffirait d'une perturbation du biotope touchant le corail pour que la concentration en toxine du milieu augmente. Cette hausse du taux de production correspondrait à une phase de développement accru du Diplopsalis sp nov.

Une illustration en image figure page 57.

C - CHAÎNE ALIMENTAIRE CIGUATERIGÈNE

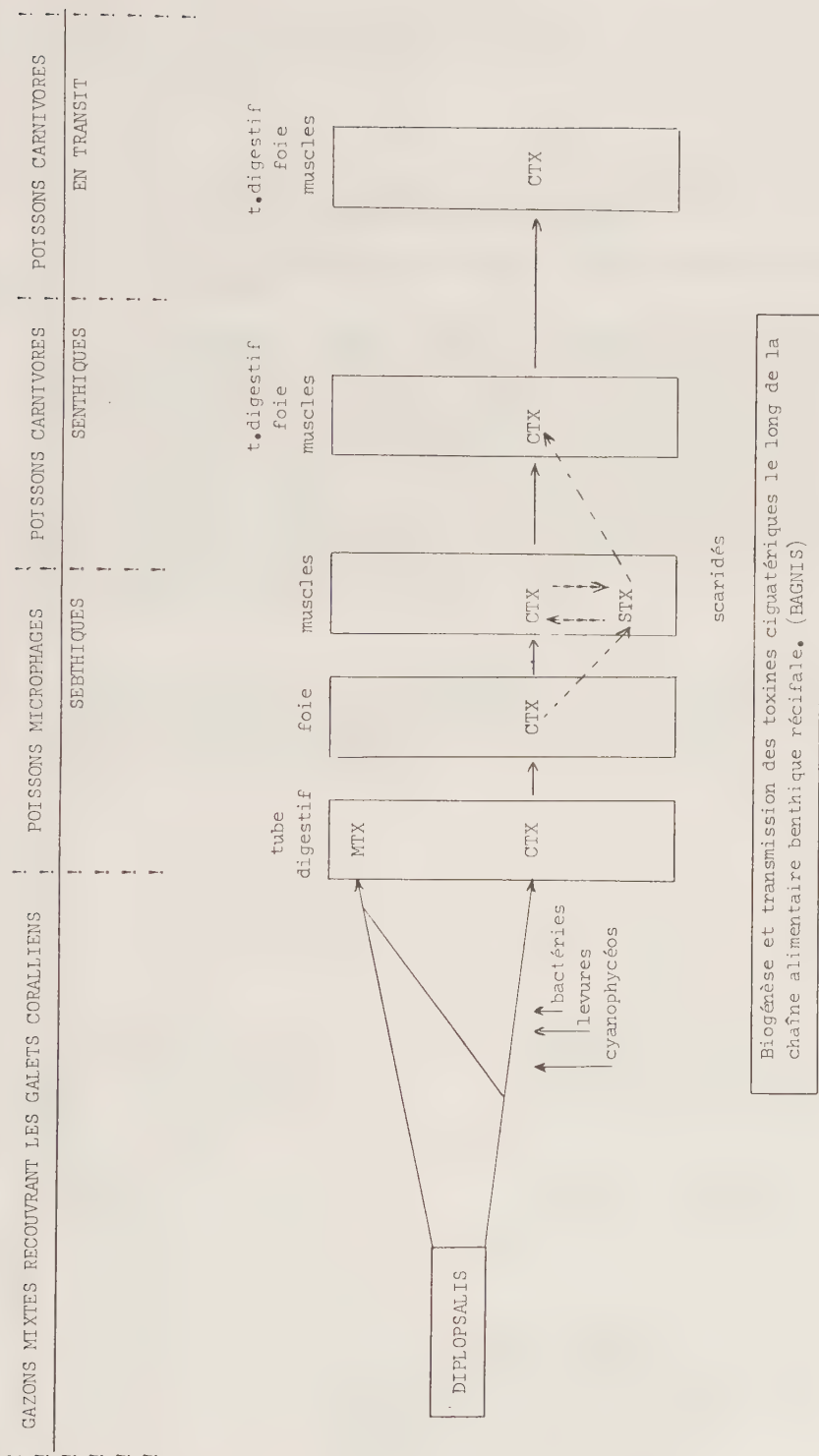
Chez les poissons, le rôle primordial est donné aux genres Ctenochaetus et Scarus, qui recueillent les toxines ciguatériques directement au niveau de leur production benthique.

La transmission est ensuite confiée au mécanisme de la pyramide alimentaire existant au sein du récif corallien. L'homme joue le rôle de super prédateur et s'intoxique en consommant les poissons des différents étages de cette pyramide.

La pluralité des toxines maïtotoxine-ciguatoxine-scaritoxine permet d'envisager des transformations possibles dans l'organisme des poissons, cela étant confirmé par les analyses réalisées sur différentes espèces et à partir de différents organes. Il faut également remarquer que lors de culture axénique de Diplopsalis seul, la maïtotoxine a été mise en évidence.

ce.

Sur la page suivante, un schéma d'après BAGNIS explique les différentes toxines rencontrées aux différents niveaux de la chaîne alimentaire.



CONCLUSIONS

Face aux nombreux dangers auxquels le touriste peut s'exposer dans les mers tropicales, vigilance et prudence s'imposent.

Certains risques existent également dans nos régions tempérées, notamment pour le consommateur.

Enfin, l'importation de denrées alimentaires congelées, poissons et mollusques de différentes régions du globe, peut entraîner des accidents plus ou moins graves. Face à ces risques, les pouvoirs publics, le Service Vétérinaire d'Hygiène Alimentaire, doivent surveiller constamment la provenance, la nature et la qualité hygiénique de ces denrées alimentaires. Il faut également retenir que la nature n'est pas la seule responsable de certains phénomènes de toxicité des poissons ou des mollusques. Lors de la Paralytic Shell Fish Poisoning ou lors de la Ciguatera c'est le développement d'un Périodinien qui joue un rôle primordial dans l'empoisonnement. Cette multiplication de Dinoflagellés est liée à des modifications de milieu en rapport avec des phénomènes naturels, mais hélas, de plus en plus, en rapport avec des agressions d'origine humaine.

La vie dans la mer de tous les organismes qui la peuplent, repose sur un fragile équilibre entre de multiples facteurs physiques, chimiques et biologiques. L'homme doit préserver cet équilibre pour sa santé, mais aussi pour ne pas constater un dépeuplement progressif des mers et des océans qui serait irrémédiable.

Vu :

LE DIRECTEUR

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.



LE PROFESSEUR RESPONSABLE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire.

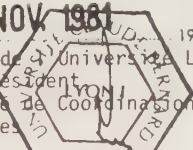
LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,

Vu et permis d'imprimer

LYON, le 24 NOV 1981
Pour le Président de l'Université LYON I
Le Premier Vice-Président
Président du Comité de Coordination
des Etudes Médicales

60

Professeur R. BORNEA



LISTE EXHAUSTIVE DES POISSONS CIGUATERIQUES

Family <u>ALBULIDAE</u> - Ladyfishes	
<u>Albula vulpes</u> - ladyfish	Red Sea to Hawaii
Family <u>CHANIDAE</u> - milkfishes	
<u>Chanos chanos</u> - milkfish	Indo-Pacific
Family <u>CLUPEIDAE</u> - Herrings	
<u>Anodontostoma chacunda</u> - shirt finned gizzard shad	Indo-Pacific
<u>Clupanodon thrissa</u> - sprat	North Eastern Atlantic and Mediterranean
<u>C. Tropicus</u> - sprat	Indo - Pacific
<u>Dussumieria acuta</u> - round herring	Indo - Pacific
<u>Harengula humeralis</u> - sardine	Florida, Bermuda West Indies to Brazil
<u>H. ovalis</u> - sardine	Indo Pacific Red Sea
<u>H. Zunasi</u> - sardine	Indo Pacific
<u>Ilisha africana</u> - herring	West Coast of Africa from Senegal to Gulf of Guinea
<u>Macrura ilisha</u> - sablefish	Persian gulf, India, Ceylon, Burma Viet-Nam
<u>Nematolus nasus</u> - gizzard shad	Indo Pacific
<u>Opisthonema oglinum</u> - Atlantic Thread Herring	West Indies
<u>Sardinella fimbriata</u> - sardine	Indo Pacific
<u>S. longiceps</u> - sardine	Indo Pacific
<u>S. perforata</u> - sardine	Indo Pacific
<u>S. sindensis</u> - sardine	Indo Pacific
Family <u>FLOPIDAE</u> - tarpons	
<u>Megalops cyprinoides</u> - tarpon	Indo Pacific
Family <u>ENGRAULIDAE</u> - anchovies	
<u>Engraulis encrasicolus</u> - anchovy	Eastern Atlantic and Mediterranean
<u>E. Japonicus</u> - anchovy	China, Japan, Korea, Taiwan
<u>E. Ringens</u> - anchovy	Coasts of Peru and Chile
<u>Thrissina baelama</u> - anchovy	Indo Pacific
Family <u>SYNODONTIDAE</u> - lizardfishes	
<u>Synodus variegatus</u> - lizardfish	Indo Pacific
Family <u>Congridae</u> - true eels	
<u>Conger cinereus marginatus</u> - conger eel	Indo Pacific
<u>C. Conger</u> - conger eel	Atlantic Ocean, Asia, Africa
Family <u>MURAENIDAE</u> - moray eels	
<u>Echindna nebulosa</u> - spotted eel	Indo Pacific
<u>Gymnothorax buroensis</u> - moray eel	Indo Pacific
<u>G. Flavimarginatus</u> - moray eel	Indo Pacific
<u>G. funebris</u> - green moray eel	Caribbean and South to Brazil
<u>G. javanicus</u> - moray eel	Indo Pacific
<u>G. Kidako</u> - moray eel	Japan
<u>G. meleagris</u> - moray eel	Indo Pacific - Japan
<u>G. moringa</u> - spotted moray eel	Gulf of Mexico to Brazil
<u>G. Petelli</u> - moray eel	Indo Pacific

family MURAENIDAE - moray eels (cont)	
<u>G. pictus</u> - moray eel	Indo Pacific
<u>G. Thyroideus</u> - moray eel	Indo Pacific
<u>G. tile</u> - moray eel	Indo Pacific
<u>G. undulatus</u> - moray eel	Indo Pacific
<u>Muraena albigutta</u> - moray eel	Coast of Peru
<u>M. argus</u> - moray eel	Gulf of California to Peru
<u>M. helena</u> - moray eel	Eastern Atlantic and Mediterranean
<u>M. insularum</u> - moray eel	Eastern Pacific
<u>M. Lentiginosa</u> - moray eel	Pacific Coast of America
family OPHICHTHYIDAE - snake eels	
<u>Callechelys muraena</u> - blotched snake eel	Florida
<u>Echelus myrus</u> - worm eel	Mediterranean
<u>Leiuranus semicinctus</u> - snake eel	Indo Pacific
<u>Myrichthys tigrinus</u> - tiger snake eel	Oregon to Panama
<u>Ophichthus ocellatus</u> - pale spotted eel	South Carolina to Brazil
<u>O. ophis</u> - spotted snake eel	West Indies
<u>Oxystomus serpens</u> - snake eel	Eastern Atlantic and Mediterranean
family BELONIDAE - needlefishes	
<u>Belone belone</u> - garfish	Eastern Atlantic and Mediterranean
<u>B. platyura</u> - flat tailed needlefishes	Indo Pacific
<u>Strongylura acus</u> - needlefish	Atlantic and Mediterranean
<u>S. Caribbaea</u> - needlefish	West Indies
family EXOCOETIDAE - flyingfishes	
<u>Cypselurus callopterus</u> - flyingfish	Panama and Galapagos Islands
family HEMIRAMPHIDAE - Halfbeaks	
<u>Hemiramphus brasiliensis</u> - halfbeak	Tropical Atlantic
<u>H. marginatus</u> - halfbeak	Indo Pacific - Red Sea
<u>H. saltator</u> - longfin halfbeak	Mexico to northern Peru, Galapagos Islands
<u>Hyporhamphus dussumieri</u> - halfbeak	Indo Pacific
<u>H. laticeps</u> - halfbeak	Indo Pacific
<u>H. unifasciatus</u> - halfbeak	Gulf of California to Northern Peru
family AULOSTOMIDAE - trumpetfishes	
<u>Aulostomus chinensis</u> - trumpetfish	Indo Pacific
family HOLOCENTRIDAE - squirrelfishes	
<u>Holocentrus diadema</u> - squirrelfish	Indo Pacific
<u>H. lacteoguttatus</u> - squirrelfish	Indo Pacific
<u>H. microstomus</u> small mouth squirrelfish	Tropical Indo Pacific
<u>H. Praslin</u> - squirrelfish	Indo Pacific
<u>H. ruber</u> - squirrelfish	Indo Pacific
<u>H. sammara</u> - squirrelfish	Indo Pacific
<u>H. spinifer</u> - squirrelfish	Indo Pacific
<u>H. tiere</u> - squirrelfish	Indo Pacific
<u>Myripristis adustus</u> - soldierfish	Indo Pacific
<u>M. agryromus</u> - soldierfish	Indo Pacific
<u>M. berndti</u> - soldierfish	Indo Pacific
<u>M. boxditchae</u> - soldierfish	Indo Pacific
<u>M. chryseres</u> - soldierfish	Indo Pacific
<u>M. microphthalmus</u> - small eye soldierfish	Indo Pacific
<u>M. murdjan</u> soldierfish	Indo Pacific
<u>M. occidentalis</u> soldierfish	Lower California to Panama
<u>M. pralinius</u> soldierfish	Indo Pacific

Family <u>ACANTHURINAE</u> surgeonfishes	
<u>A. acanthurinae</u> surgeonfishes	Indo Pacific
<u>Acanthurus achilles</u> surgeonfish	Indo Pacific
<u>A. birekeri</u> surgeonfish	Tropical Atlantic
<u>A. chirurgus</u> surgeonfish	Indo Pacific
<u>A. dussumieri</u> surgeonfish	Indo Pacific
<u>A. gahhm</u> surgeonfish	Indo Pacific
<u>A. glaucopareius</u> surgeonfishes	Indo Pacific
<u>A. leucosternon</u> striped surgeonfish	Indo Pacific
<u>A. lineatus</u> lines surgeonfish	Indo Pacific
<u>A. Mata</u> surgeonfish	Hawaii
<u>A. nigrofusus</u> surgeonfish	Indo Pacific
<u>A. olivaceus</u> orange spot surgeonfish	Indo Pacific
<u>A. triostegus</u> convict surgeonfish	Indo Pacific
<u>A. triostegus</u> sandvicensis convict surgeonfish	Hawaii
<u>A. xanthopterus</u> surgeonfish	Indo Pacific
<u>Ctenochaetus cyanoguttatus</u> surgeonfish	Indo Pacific
<u>C. striatus</u> surgeonfish	Indo Pacific
<u>C. strigosus</u> surgeonfish	Indo Pacific
<u>Naso brevirostris</u> unicornfish	Indo Pacific
<u>N. lituratus</u> unicornfish	Indo Pacific
<u>N. unicornis</u> unicornfish	Indo Pacific
<u>N. vlamingi</u> unicornfish	Indo Pacific
<u>Prionurus punctatus</u> surgeonfish	Baja California to Galapagos Islands
<u>Zebrasoma, flavescens</u> yellow tang	Indo Pacific
<u>Z. rostratum</u> tang	Indo Pacific
<u>Z. scopas</u> tang	Indo Pacific
<u>Z. veliferum</u> sailfin tang	Indo Pacific
Family <u>APOGONIDAE</u> cardinalfishes	
<u>Apogon bandanensis</u> cardinalfish	Indo Pacific
<u>A. frenatus</u> cardinalfish	Indo Pacific
<u>A. robustus</u> cardinalfish	Indo Pacific
<u>cheilodipterus macrodon</u> cardinalfish	Indo Pacific
<u>paramia quinquelineatus</u> cardinalfish	Indo Pacific
Family <u>ARRIPIDAE</u> sea perches	
<u>Arripis georgianus</u> tommy rough	Australia
<u>A. trutta</u> sea perch	Australia
Family <u>BLENNIDAE</u> Blennies	
<u>entomacrodus decussatus</u> blenny	Indo Pacific
<u>ophiblenius steindachneri</u> blenny	Pacific coast of Mexico to Galapagos Islands
Family <u>CARANGIDAE</u> jacks	
<u>Carangoides ajax</u> jack	Hawaii
<u>C. ferdau jordani</u> jack	Indo Pacific
<u>C. gymnostethoides</u> jack	Indo Pacific
<u>Caranx bartholomaei</u> yellowjack	West Indies
<u>C. caballus</u> greenjack	Pacific coast of Mexico to Galapagos Islands

Family CARANGIDAE jacks

<u>C. cheilio</u> jack	Hawaii
<u>C. crysos</u> jack	Tropical Atlantic
<u>C. fasciatus</u> jack	West Indies
<u>C. fulvoguttatus</u> jack	Indo Pacific
<u>C. hippos</u> jack	Tropical Atlantic
<u>C. ignobilis</u> jack	Indo Pacific
<u>C. latus</u> horse eye jack	Tropical western Atlantic
<u>C. lugubris</u> jack	Circumtropical
<u>C. melampigus</u> jack	Indo Pacific
<u>C. ruber</u> bar jack	West Indies
<u>C. sexfasciatus</u> jack	Indo Pacific
<u>Elagatis bipinnulatus</u> rainbow runner	Circumtropical
<u>Oligoplites saliens</u> leatherjack	West Indies
<u>Scomberoides sanctipetri</u> leatherjack	Indo Pacific
<u>Selar crumenophthalmus</u> horse eye jack	Circumtropical
<u>Selene vomer</u> lookdown	Atlantic coast of Tropical America
<u>Seriola dumerili</u> amberjack	Indo Pacific
<u>S. falcata</u> almaco jack	West Indies
<u>S. fasciata</u> lesser amberjack	West Indies
<u>S. peruana</u> amberjack	Coast of Peru
<u>S. zonata</u> banded rudderfish	Capa cod to Hatteras
<u>Trachinotus bailloni</u> pompano	Tropical Indo Pacific
<u>T. falcatus</u> permit	Atlantic coast of tropical America
<u>T. glaucus</u> palmometa	Western Atlantic
<u>Trachurus trachurus</u> horse mackerel	North Atlantic
<u>Vomer setapinnis</u> Atlantic moonfish	Atlantic coast of Tropical America
<u>Zalocys stibe</u> surge fish	Pacific coast of Mexico

Family CHAETODONTIDAE butterflyfishes

<u>Chaetodon auriga</u> butterflyfish	Indo Pacific
<u>C. citrinellus</u> butterflyfish	Indo Pacific
<u>C. ephippium</u> butterflyfish	Indo Pacific
<u>C. falcula</u> butterflyfish	Indo Pacific
<u>C. lunula</u> butterflyfish	Indo Pacific
<u>C. nigrirostris</u> butterflyfish	Lower California Panama Bay
<u>C. ornatissimus</u> butterflyfish	Indo Pacific
<u>C. reticulatus</u> butterflyfish	Indo Pacific
<u>C. trifasciatus</u> butterflyfish	Indo Pacific
<u>C. unimaculatus</u> butterflyfish	Indo Pacific
<u>Heniochus acuminatus</u> butterflyfish	Indo Pacific
<u>H. permutatus</u> butterflyfish	Indo Pacific
<u>Holocanthus passer</u> angelfish	West coast of Tropical America
<u>Pomacanthus imperator</u>	
emperor angelfish	Indo Pacific
<u>Pygoplites diacanthus</u> angelfish	Indo Pacific

Family CIRRHITIDAE hawkfishes

<u>Paracirrhites cinctus</u> hawkfish	Indo Pacific
---------------------------------------	--------------

Family CORYPHAENIDAE dolphins

<u>Coryphaena hippurus</u> dolphin	Pelagic all Tropical and temperate seas
------------------------------------	---

Family GEMPYLIDAE oilfishes

<u>Ruvettus pretiosus</u> oilfish	Tropical Atlantic and Indo Pacific
-----------------------------------	------------------------------------

Family <u>GERRIDAE</u> silverfishes	
<u>Gerres baconensis</u> silverfish	Indo Pacific
<u>G. cinereus</u> silverfish	Both coasts of America
Family <u>GOBIDAE</u> gobies	
<u>Acentrogobius viridipunctatus</u> goby	Indo Pacific
<u>Gtenogobius criniger</u> goby	Indo Pacific
<u>Glossogobius giurus</u> white goby	Indo Pacific
<u>Oligolepis acutipennis</u> goby	Indo Pacific
<u>Zonogobius semidoliatus</u> goby	Indo Pacific
Family <u>ISTORHORIDAE</u> sailfishes	
<u>histophorus greyi</u> Pacific sailfish	Lower California to Peru
Family <u>KUHUHDAE</u> bass	
<u>Kuhlia marginata</u> mountain bass	Indo Pacific
Family <u>KYPHOSIDAE</u> rudderfishes	
<u>Doydixodon freminvillei</u> rudderfish	Galapagos Islands
<u>KYphosus cinerascens</u> rudderfish	Indo Pacific
Family <u>LABRIDAE</u> hogfishes	
<u>Bodianus diplotaenius</u> hogfishes	Gulf of California to Peru and Galapagos Islands
<u>B. eclancheri</u> hogfish	Northern Peru and Galapagos Islands
<u>B. Iagonensis</u> hogfish	Coast of Tropical West Africa
<u>B. Rufus</u> spanish hogfish	Florida and West Indies
<u>Cheilinus fasciatus</u> wrasse	Indo Pacific
<u>C. rhodochrous</u> wrasse	Indo Pacific
<u>C. trilobatus</u> wrasse	Indo Pacific
<u>C. undulatus</u> giant green wrasse	Indo Pacific
<u>Cheilio inermis</u> wrasse	Indo Pacific
<u>Coris gaimardi</u> wrasse	Indo Pacific
<u>C. julis</u> rainbow wrasse	Eastern Atlantic and Mediterranean
<u>Ctenolabrus suillus</u> wrasse	Coasts of Europe
<u>Epibulus insidiator</u> wrasse	Indo Pacific
<u>Halichoeres trimaculatus</u> wrasse	Indo Pacific
<u>Lachnolaimus maximus</u> hogfish	Florida and west Indies
<u>Thalassoma lunare</u> wrasse	Tropical Indo Pacific
<u>T. purpurum</u> wrasse	Indo Pacific
Family <u>LUTJANIDAE</u> snappers	
<u>Aphareus furcatus</u> snapper	Indo Pacific
<u>Aprion virescens</u> blue snapper	Indo Pacific
<u>Gnathodentes aureolineatus</u> snapper	Indo Pacific
<u>Gymnocranius griseus</u> snapper	Indo pacific
<u>Lethrinus haematopterus</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. harak</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. kallopterus</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. mambo</u> snapper	Few Caledonia
<u>L. microdon</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. miniatus</u> grey snapper	Indo Pacific
<u>L. Nebulosus</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. ornatus</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. rhodopterus</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. variegatus</u> snapper	Indo Pacific
<u>Lutjanus apodus</u> snapper	Tropical Atlantic
<u>L. aratus</u> snapper	Gulf of California to Ecuador

Family LUTJANIDAE snappers (cont)

<u>L. argentimaculatus</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. argentiventris</u> snapper	Gulf of California to Northern peru
<u>L. aya</u> red snapper	Western Tropical Atlantic
<u>L. bohar</u> red snapper	Indo Pacific
<u>L. coastet</u> red snapper	Australia
<u>L. cyanopterus</u> caribbean red snapper	Florida and west Indies
<u>L. gibbus</u> red snapper	Tropical Indo Pacific
<u>L. janthinuropterus</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. jocu</u> dog snapper	Florida and west Indies
<u>L. johni</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. kasmira</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. monostigmus</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. nematophorus</u> snapper	Australia
<u>L. peru</u> snapper	Coast of Peru
<u>L. rivulatus</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. semicinctus</u> snapper	Indo Pacific
<u>L. vaigiensis</u> red snapper	Indo Pacific
<u>L. viridis</u> snapper	Gulf of California to Panama
<u>Lythrulon flaviguttatum</u> snapper	Guaymas to Panama
<u>Monotaxis grandoculis</u> snapper	Indo Pacific
<u>Ocyurus chrysurus</u> yellowtail snapper	Southern Florida to Brazil
<u>Plector hinchus lineatus</u> snapper	Indo Pacific
<u>P. nigrus</u> snapper	Indo Pacific
<u>P. pictus</u> snapper	Indo Pacific

Family MUGILIDAE mullets

<u>Chelon engeli</u> mullet	Indo Pacific
<u>C. vaigiensis</u> mullet	Indo Pacific
<u>Crenimugil crenilabis</u> mullet	Indo Pacific
<u>Mugil cephalus</u> common mullet	Cosmopolitan

Family MULIDAE goatfishes

<u>Mulloidichthys auriflamma</u> goatfish	Indo Pacific
<u>M. Erythrinus</u> goatfish	Indo Pacific
<u>M. samoensis</u> goatfish	Indo Pacific
<u>Parupeneus bifasciatus</u> goatfish	Indo Pacific
<u>P. chryseridros</u> goatfish	Indo Pacific
<u>P. luteus</u> goatfish	Indo Pacific
<u>P. trifasciatus</u> goatfish	Indo Pacific
<u>Upeneus arge</u> goatfish	Indo Pacific
<u>U. Prayensis</u> goatfish	Coast of Tropical west Africa

Family PEMPHERIDAE sweeperfishes

<u>Pempheris oualensis</u> sweeperfish	Indo Pacific
--	--------------

Family POMACENTRIDAE damselfishes

<u>Abudefduf glaucus</u> damselfish	Indo Pacific
<u>A. johnstoniamus</u> damselfish	Indo Pacific
<u>A. saxatilis</u> damselfish	Gulf of California to Northern Peru
<u>A. septemfasciatus</u> damselfish	Indo Pacific
<u>A. sexfasciatus</u> damselfish	Indo Pacific
<u>A. sordidus</u> damselfish	Indo Pacific
<u>Dascyllus marginatus</u> damselfish	Indo Pacific
<u>D. trimaculatus</u> damselfish	Indo Pacific
<u>Promacetrus arcifrons</u> damselfish	Cocos Island Galapagos Islands

Family <u>POMACENTRIDAE</u> damselfishes (cont)	
<u>P. bifasciatus</u> damselfish	Indo Pacific
<u>P. leucorus</u> damselfish	Revilla Gigedo Islands to Galapagos Islands
<u>P. lividus</u> damselfish	Indo Pacific
<u>P. nigricans</u> damselfish	Indo Pacific
Family <u>POMADASYIIDAE</u> grunts	
<u>Anisotremus interruptus</u> grunt	Gulf of California to Ecuador
<u>A. scrapularis</u> grunt	Gulf of California to Northern Peru
<u>Orthopristis cantharinus</u> grunt	Galapagos Islands
Family <u>PRIACANTHIDAE</u> snapper	
<u>Priacanthus cruentatus</u> glasseye snapper	Circumtropical
Family <u>SCARIDAE</u> Parrotfishes	Indo Pacific
<u>Clorurus gibbus</u> parrotfish	Indo Pacific
<u>C. puchellus</u> parrotfish	Indo Pacific
<u>Euscarus cretensis</u> parrotfish	Eastern Atlantic and Mediterranean
<u>Scarops perrico</u> parrotfish	Mazatlan to galapagos Islands
<u>Scarus blochi</u> parrotfish	Indo Pacific
<u>S. Brevifilis</u> parrotfish	Indo Pacific
<u>S. coeruleus</u> blue parrotfish	Florida, West Indies, Panama
<u>S. croicensis</u> striped parrotfish	West Indies to Florida
<u>S. dussumieri</u> parrotfish	Indo Pacific
<u>S. enneacanthus</u> parrotfish	Indian Ocean
<u>S. forsteri</u> parrotfish	Indo Pacific
<u>S. ghobban</u> parrotfish	Indo Pacific
<u>S. guacamaia</u> rainbow parrotfish	Florida to Brasil
<u>S. guttatus</u> parrotfish	Indo Pacific
<u>S. harid</u> pink parrotfish	Indo Pacific
<u>S. jonesi</u> blue parrotfish	Indo Pacific
<u>S. microrhinos</u> parrotfish	Indo Pacific
<u>S. moyesi</u> parrotfish	Gulf of California to Panama
<u>S. perspicillatus</u> parrotfish	Hawaii and Johnston Islands
<u>S. sordidus</u> parrotfish	Indo Pacific
<u>S. vermiculatus</u> parrotfish	Indo Pacific
<u>S. vetula</u> queen parrotfish	West Indies to Florida
Family <u>SCATOPHAGIDAE</u> spade fishes	
<u>Scotophagus argus</u> spade fish	Indo Pacific
Family <u>SCIAENIDAE</u> croakers	
<u>Johnius umbra</u> croaker	Eastern Atlantic and Mediterranean
<u>Nibea sina</u> croaker	Indo Pacific
<u>Odontoscion eurymesops</u> croaker	Galapagos Islands
Family <u>SCOMBRIDAE</u> tunas	
<u>Acanthocybium solandri</u> wahoo	Circumtropical
<u>Euthynnus affinis</u> Wavyback skipjack	Indo Pacific
<u>E. alletteratus</u> little tuna	Circumtropical
<u>E. Pelamis</u> oceanic skipjack	Circumtropical
<u>Sarda sarda</u> Atlantic bonito	Atlantic Ocean
<u>Scomberomorus cavalla</u> King mackerel	Tropical Atlantic
Family <u>SCORPAENIDAE</u> scorpionfish	
<u>Pterois volitans</u> zebrafish	Indo Pacific
<u>Scorpaena brasiliensis</u> barbfish	Atlantic coast of tropical America
<u>S. grandicornis</u> lionfish	Atlantic coast of tropical America
<u>S. Plumieri</u> spotted scorpionfish	Tropical Atlantic

Family SCORPAENIDAE(cont)

<u>S. porcus</u> sea scorpion	Eastern Atlantic and Mediterranean
<u>S. scrofa</u> hog scorpionfish	Eastern Atlantic and Mediterranean
<u>Scopaeopsis gibbosus</u> humped scorpionfish	Indo Pacific
<u>Sebastes marinus</u> redfish	Atlantic Ocean

Family SERRANIDAE groupers

<u>Anyperodon leucogrammicus</u> grouper	Indo Pacific
<u>Cephalopholis argus</u> spotted grouper	Indo Pacific
<u>C. julvus</u> coney	Florida and west Indies
<u>C. Leopardus</u> grouper	Indo Pacific
<u>C. miniatus</u> grouper	Indo Pacific
<u>C. Wrodelus</u> grouper	Indo Pacific
<u>Dermatolegis punctatus</u> grouper	West coast of Mexico to Cocos Island
<u>Epinephelus adscensionis</u> rock hind	Florida an West Indies
<u>E. akaara</u> grouper	Ryukyus, Japan, China
<u>E. aereolatus</u> grouper	Indo Pacific
<u>E. corallicola</u> grouper	Tropical Indo Pacific
<u>E. elongatus</u> grouper	Indo Pacific
<u>E. fuscoguttatus</u> grouper	Indo Pacific
<u>E. guttatus</u> red hind	South Carolina to Brazil
<u>E. labriformis</u> grouper	Gulf of California to Galapados Islands
<u>E. macrospilos</u> rock cod	Indo Pacific
<u>E. maculatus</u> grouper	Indo Pacific
<u>E. merra</u> grouper	Indo Pacific
<u>E. morio</u> red grouper	Western tropical Atlantic
<u>E. morrhua</u> grouper	Indo Pacific
<u>E. socialis</u> grouper	Indo Pacific
<u>E. tauvina</u> black seabass	Indo Pacific
<u>Mycteraoperca bonachi</u> blackfin grouper	Western Tropical Atlantic
<u>M. olfax</u> blackfin grouper	Mexico to Panama
<u>M. tigris</u> tiger grouper	West Indies
<u>M. venenosa</u> yellowfin grouper	Western Tropical Atlantic
<u>Paralabrax humeralis</u> grouper	Galapados Islands
<u>Paranthias furcifer</u> creolefish	Cuba To Brasil
<u>Plectropomus leopardus</u> grouper	Indo Pacific
<u>P. maculatus</u> grouper	Indo Pacific
<u>P. oligacanthus</u> grouper	Indo Pacific
<u>P. truncatus</u> grouper	Indo Pacific
<u>Promicrops lanceolatus</u> giant seabass	Indo Pacific
<u>Rypticus saponaceus</u> soapfish	Tropical an subtropical Atlantic
<u>R. saponaceus bicolor</u> soapfish	Baja California to Galapados Islands
<u>Variola louti</u> grouper	Indo Pacific
Family SIGANIDAE rabbitfishes	
<u>Siganus fuscescens</u> rabbitfish	Indo Pacific
<u>S. lineatus</u> rabbitfish	Indo Pacific
<u>S. oramin</u> rabbitfish	Indo Pacific
<u>S. puellus</u> rabbitfish	Indo Pacific
<u>S. rostratus</u> rabbitfish	Indo Pacific
<u>S. spinus</u> rabbitfish	Indo Pacific

Family <u>SPARIDAE</u> porgys	
<u>Calannus calamus</u> saucereye porgy	Florida and West Indies
<u>C. taurinus</u> porgy	Galapagos Islands and Peru
<u>Evynnis cardinalis</u> porgy	China and Japan
<u>Pargellus erythrinus</u> porgy	Black sea, Mediterranean and eastern Atlantic
<u>Pagrus pagrus</u> porgy	Eastern Atlantic and Mediterranean
<u>Sparus auratus</u> porgy	Eastern Atlantic
<u>S. berda</u> porgy	Indo Pacific
<u>S. latus</u> porgy	Japan
<u>S. sarba</u> porgy	Indo Pacific
<u>Stenotomus chrysops</u> scup	Southern USA, West Indies
Family <u>SPHYRAENIDAE</u> barracudas	
<u>Sphyaena barracuda</u> great barracuda	All tropical seas with exception of eastern Pacific
<u>S. chinensis</u> barracuda	Indo Pacific
<u>S. forsteri</u> forster's barracuda	Indo Pacific
<u>S. guachancho</u> guaganche	Florida and south to Panama
<u>S. idias</u> barracuda	Indo Pacific
<u>S. nigripinnis</u> barracuda	Japan
<u>S. picudilla</u> southern sennet	West Indies to Brazil
<u>S. sphyraena</u> barracuda	Eastern Atlantic and Mediterranean
Family <u>XIPHIIDAE</u> swordfishes	
<u>Xiphias gladius</u> swordfish	Temperate seas
Family <u>SANCLIDAE</u>	
<u>Zanclus cornutus</u> moorish idol	Indo Pacific
Family <u>BOTHIDAE</u> flounders	
<u>Bothus mancus</u> flounder	Mexico and west to Indian Ocean
<u>Scophthalmus rhombus</u> lefteye flounder	Cbasts of Europe from Scandinavia to Mediterranean
Family <u>ALUTERIDAE</u> filefishes	
<u>Alutera monoceros</u> unicorn filefish	All warm seas
<u>A. punctata</u> filefish	Senegal, sierra leone
<u>A. schoepfi</u> orange filefish	Atlantic coast of tropical America
<u>A. scripta</u> scawled filefish	All warm seas
<u>Anacanthus barbatus</u> filefish	Indo Pacific
<u>Pseudaluteres nasicornis</u> filefish	Indo Pacific
Family <u>BALISTIDAE</u> triggerfishes	
<u>Abalistes stellaris</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>Balistapus undulatus</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>Balistes capistratus</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>B. capriscus</u> triggerfish	Tropical Atlantic and Mediterranean
<u>B. verres</u> triggerfish	Pacific coast of tropical America
<u>B. vetula</u> triggerfish	Tropical Atlantic, Mediterranean and Indian Ocean
<u>Balistoides conspicillum</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>B. viridescens</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>Canthidermis maculatus</u> rough or spotted triggerfish	Indo Pacific, Tropical and subtropical Atlantic
<u>C. sabaco</u> triggerfish	West Indies

Family BALISTIDAE (cont)

<u>C. viola</u> triggerfish	Philippines
<u>Melichthys buniwa</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>M. vidua</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>Odonnus niger</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>Pseudobalistes flavimarginatus</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>R. fuscus</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>Rhinecanthus aculeatus</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>R. rectangulus</u> triggerfish	Indo Pacific
<u>R. verrucosus</u> triggerfish	Indo Pacific

Family MONACANTHIDAE filefishes

<u>Amanses sandwichiensis</u> filefish	Indo Pacific
<u>Monacanthus chinensis</u> filefish	Indo Pacific
<u>Navodon tessellatus</u> filefish	Philippines
<u>Oxymonacanthus longirostris</u> filefish	Indo Pacific
<u>Paramonacanthus cryptodon</u> filefish	Indo Pacific
<u>Pervagor melanocephalus</u> filefish	Indo Pacific
<u>P. tomentosus</u> filefish	Indo Pacific
<u>Pseudomonacanthus macrurus</u> filefish	Indo Pacific
<u>Stephanolepis hispidus</u> planthead filefish	Tropical Atlantic
<u>S. Serifer</u> pygmy filefish	Indo Pacific

Family OSTRACIONTIDAE trunkfishes

<u>Aconthostracion quadricornis</u> cowfish	Western Atlantic
<u>Kentrocapros aculeatus</u> trunkfish	Indo Pacific
<u>Lactophrys trigonus</u> trunkfish	Western Atlantic
<u>Lactoria cornuta</u> trunkfish	Indo Pacific
<u>L. diaphana</u> trunkfish	Indo Pacific
<u>Ostracion meleagris</u> trunkfish	Indo Pacific
<u>O. tuberculatus</u> trunkfish	Indo Pacific
<u>Rhinesomus bicaudalis</u> spotted trunkfi trunkfish	Western Atlantic
<u>R. gibbosus</u> trunkfish	Indo Pacific
<u>R. triqueter</u> smooth trunkfish	Atlantic coast of USA
<u>Rhynchostracion rhinorhynchus</u> long nosed trunkfish	Indo Pacific

Family BATRACHOIDIDAE toadfishes

<u>Coryzichthys gangene</u> toadfish	Indo Pacific
<u>Opsanus pardus</u> leopard toadfish	Gulf of Mexico
<u>O. tau</u> oyster toadfish	Western Atlantic
<u>Thalassophryne reticulata</u> toadfish	Panama

Family ANTENNARIIDAE

<u>Histrio histrio</u> sargassumfish	All tropical seas
--------------------------------------	-------------------

Family LOPHIIDAE

<u>Lophiomus setigerus</u> goosfish	Indo Pacific
<u>Lophius piscatorius</u> goosfish	North Atlantic

Family OGCOCEPHALIDAE

<u>Ogcocephalus vespertilio</u> longnose batfish	West Indies
---	-------------

B I B L I O G R A P H I E

La bibliographie est classée par année, afin que l'on puisse retrouver les progrès réalisés dans la connaissance et la recherche .

- 1 - : C.H COLONEL J. BARNES CROSS
" Mortalité massive de poissons dans le golfe du Mexique associé au développement d'un Gonyaulax "
Science 29 septembre 1950 112 p. 359 - 363
- 2 - J.F RANDALL
" A review of ciguatera, tropical fish poisoning with a tentative of explanation of its cause "
Bull. of Marin Science of the Gulfand Carribean 1958 8 p.236 - 267
- 3 - A. RAVINA
" Les intoxications alimentaires dûes aux poissons de marchandes "
La Presse Médicale 1958 66 n° 35 p. 802
- 4 - A. BANNER PJ. SCHEUER S.ASAKI P. HELFRICH CB. ALENDER
" Observations on ciguatera type toxin in fish "
Annals of the New York Academy of Science 1960 90 n° 3 p. 770 - 787
- 5 - D.MESSEL B HALSTEAD
" Ciguatera poison Some biological and chemical aspects "
Annals of the New York Academy of Science 1960 90 n° 3 p. 787 - 797
- 6 - H. BOUDER A. CAVALO
" Poissons vénéneux et Ichthyosarcotoxismes "
Bull. de l'Institut Océanographique 12.07.1962 p. 1240
- 7 - H. BOUDER A. CAVALO
" Les intoxications par les poissons vénéneux "
Revue du Corps de Santé des Armées 1963 4 1 p. 63 - 83
- 8 - E. DE SOUSA E. SILVA
" Les "Red Waters" à la lagune d'Obidos "
Notas e estudos dos Instituto of Bidogio Maritimo " 1963 27 12

- 9 - P. HELFRICH AM BANNER
" Experimental induction of ciguatera toxicity in fish "
Nature 9.03.1963 197 n° 4871 p. 1025 - 1026
- 10 - B.W HALSTEAD
" Poisonous and venomous marine animals of the world "
Washington DC United States Government printing office
- 12 - J.MORICE
" Nouvelles théories à propos de la vénénosité de certains poissons
antillais "
Revue des travaux de l'Institut Pêches Maritimes 1964 28 3 p. 231 - 236
- 13 - K.W LI
" Ciguatera Fish Poison : A Cholinestase inhibitor "
Science 1965 147 3665 p. 1580 - 1581
- 13 - M. DE CLERQ
" Aperçu sur les recherches scientifiques effectuées dans le domaine
de la toxicologie marine "
L'année biologique 1965 4 1613 p. 429 - 479
- 14 - MATOKAZU ASANO
" Ciguatera Tropical and Subtropical Fish Poisoning "
Bull. of Japon. Society of scientific fisheries 1965 31 7 p. 558 - 569
- 15 - H. BANNER P.HELFRICH T. PIYAKARNCHANA
" Retention of Ciguatera Toxin by the red snapper lutjanus bohar "
Copeia 1966 2 p. 297 - 300
- 16 - J. CHEYMOL
" Actualité Pharmacologique "
Masson Paris 1966 19 p. 1 - 61
- 17 - R. BAGNIS
" Contribution à l'étude de l'Ichthyotoxisme en Polynésie Française "
Revue Internationale d'Océanographie Médicale 1967 6/7 p. 89 - 110
- 18 - A.H BANNER
" The biological origin and transmission of ciguatera "
Dpt.of Zoology Hawai Institute of Marine Biology

- 19 - R. BAGNIS
" Quelques considérations sur les aspects cliniques de l'Ichthyosarcoto-
xisme en Polynésie Française "
Medecine Tropicale 1967 27 5 p. 555 - 569
- 20 - JP. QUIGUER
" Les poissons à toxicité variable en Nouvelle Calédonie "
Cahiers du Pacifique 1867 12 p. 129 - 136
- 21 - PJ SCHEVER W TAKASHI J TSUSUNI T YOSHIMA
" Ciguatoxin: Isolation and Chemical Nature "
Science 1967 155 p. 1267 - 1268
- 22 - R. BAGNIS
" A propos de quelques cas d'intoxications par des mollusques du genre
Bénitier dans une île de la Société "
Bull. Société Pathologique Exotique 1967 6 p. 580 - 591
- 23 - JF. ALDRIN
" Une Intoxication alimentaire mortelle causée par un poisson vénéneux "
Revue de Médecine Vétérinaire 1967 p. 169 - 177
- 24 - A. GAUTIER
" La Ciguatera:poissons toxiques des Antilles Françaises "
Thèse de Médecine Vétérinaire Toulouse 1967 n° 51
- 25 - R. BAGNIS
" Les empoisonnements par les poissons en Polynésie Française "
Revue Hygiène et de Médecine Sociale 1967 5 7 p. 619 - 646
- 26 - P. NIAUSSAT R.MORELON PH. MARBREL
" Le problème de la Ciguatera à l'heure actuelle "
Revue des Corps de Santé 1967 8 2 p. 219 - 239
- 27 - R. BAGNIS
" A propos de 51 cas de piqûres venimeuses par la rascasse tropicale "
Medecine Tropicale 1968 28 5 p. 619
- 28 - JM PINCENMIN
" Le problème de " l'eau rouge " "
Revue Internationale Océanographie Médicale 1965 13/14 p. 181 -203

- J. RIVOLIER C. RIVOLIER

" Accidents provoqués par les animaux venimeux et vénéneux marins "
Cahiers Sandoz 1969 14 p. 1 - 62

+ JM. PINCEMIN

" Apparition d'une "eau rouge" à Cochlodinum sp devant Juan les Pins "
Revue Internationale d'Océanographie Médicale 1969 13/14 p. 205 -215

- BAGNIS BERGLUND ELIAS VAN ESH HALSTEAD KOJINA

" Problèmes posés par la présence de substances toxiques dans les produits alimentaires d'origine marine "
Bulletin Organisation Mondiale de la Santé 1970 42 p. 69 - 89

- R. BAGNIS G. FEVAI

" Etude comparative et préliminaire de la toxicité du muscle de divers poissons ciguatériques "
Revue Internationale d'Océanographie Médicale 1970 18/19 p. 5 -20

- YASUMOTO HASHIMOTO BAGNIS RANDALL BANNER

" Toxicity of the surgeon fish "
Bull. of Japanese Society of scientific Fisheries 1971 37 8 p. 724 - 734

JP. EHRHARDT

" Etat actuel des expérimentations en France sur les extraits ciguatériques "
Revue Internationale Océanographie Médicale 1971 22/23 p. 151 - 164

- R. BAGNIS G. FEVAI

"La Ciguatera féline expérimentale à Tahiti "
Revue Médecine Vétérinaire 1971 122 6 p. 629 - 637

- R. TRUHAUT P. NIAUSSAT JP.ERHARDT

" Etat actuel du problème de la Ciguatera "
Revue Pathologie Comparée 1971 p. 285 - 295

- PRAKASH MEDCAFF TENNANT

" Paralytic Shell Fish Poisoning in Eastern Canada "
Fisheries Researc Board of Canada 1971 177 p. 82 - 87

- J. CHEYMOL

" Tout n'est pas consommable sans danger dans le monde vivant de la mer "
Science 1971 2 p. 3 - 32

- 39 - M. CAMERON R. ENDEAN
" Short Communication : the venom gland of teleost fish "
Toxicon 1072 10 p. 301 - 303
- 40 - J. LAGRAULET J.TACU G.CUZON R. FABRETESTE
" A propos de l'intoxication par des boisson bec de cane "
Bull. Société Pathologie exotique 1972 5 p. 733 - 737
- 41 - CH. ALFONSI P. NIAUSSAT
" Flambée cliniquement typique de Ciguatera "
Bull. Société de Pathologie Exotique 1972 5 p. 738
- 42 - D. SYLVA AE.HYWE
" Ciguatera - Marine Fish Poisoning "
Marine Pollution and Sea Life (FAO) 1972 p. 594 - 597
- 43 - M. TESSIER
" Organismes venimeux marins de Polynésie Française "
Thèse de Médecine Vétérinaire Toulouse 1972 n ° 15
- 44 - R. BAGNIS
" Ciguatera et Interventions Humaines dans les écosystèmes coralliens
en Polynésie "
Marine Pollution and Sea Life (FAO) 1972 p. 597 - 600
- 45 - JP ERHARDT J.DROUET R. MONTEIL
" Squales dangereux en milieu corallien "
Revue Internationale Océanographie Médicale 1972 26 p. 99 - 117
- 46 - R. BAGNIS
" La Ciguatera aux îles Maldives "
- 47 - G. CUZON R. BAGNIS JP. MOREAU J. LAGRAULET
" Les Protéines sériques de ctenochaetus striatus "
Compte rendu de la Société de Biologie 1973 167 1 p. 79 - 83
- 48 - R. BAGNIS
" L'Ichthyosarcotoxisme dans le Pacifique Sud "
Noumea South Pacific Commission VIII 1973 p. 112

- 49 - J. LAGRAULET G/BEREZIAT G. CUZON J. POLONOWSKI
 " Etude comparative des acides gras extraits de poisson ctenochaetus striatus "
 Bull. Société Pathologie Exotique 1973 p. 235 - 239
- 50 - R. BAGNIS
 "Situation de l'endémicité ciguatérique aux îles Gambiers "
 Cahiers du Pacifique 1974 p. 585 - 599
- 51 - E. DELVALLEE
 " Les poissons venimeux de la faune de France "
 Thèse de Médecine Vétérinaire 1974 Alfort
- 52 - JP ERHARDT J. DROUET R. MONTEIL
 "L'homme face aux requins "
 Revue Corps de Santé 1972 19 3 p. 273 - 302
- 53 - R. BAGNIS M. DENIZOT J. DROLLET J. LAIGRET
 " Biotopes Ciguatériques en Polynésie Française "
 Revue Internationale Océanographie Médicale 1974 35/36 P. 213 - 222
- 54 - R. BAGNIS M. LETOURNEUX S.THEVENIN
 " Quelques aspects biochimiques des intoxications par poissons vénéneux à Tahiti "
 Revue Internationale Océanographie Médicale 1974 35/36 p. 225 - 236
- 55 - R. BAGNIS
 "L'endémicité ciguatérique aux îles Gambiers "
 Cahiers du Pacifique 1974 p. 593 - 596
- 56 - J. RENAMBOT R. BAGNIS
 " L'electrocardiogramme au cours des intoxications par la chair de poissons vénéneux "
 Bull. Société Pathologie Exotique 1974 3 p. 323 - 329
- 57 - R. BAGNIS M. LETOURNEUX
 " Une Ciguatoxine commune à divers poissons de milieu corallien ""
 Bull. Société Pathologie Exotique 2 p. 209 - 217

- 58 - R. BAGNIS H. KAEUFFER
" Perspectives immunologiques en matière de ciguatéra "
Medecine Tropicale 1974 34 1 p. 25 - 27
- 59 - B. BRISOU
" Les animaux marins dangereux sous les tropiques "
Spécialisation Service Santé Armée 1974 24p Paris
- 60 - AH. BANNER
" The Biological origin and transmission of Ciguatoxin "
Bioactive compound from thesea 1984 p. 15 - 36
- 61 - FAUCOMPRES FEREZOU BAGNIS CHANFOUR NIAUSSAT DROUET
" Mise en evidence neurophysiologique de la toxicité de diverses
fractions ciguatériques "
Bull. Société Pathologie Exotique 1975 1 p. 105 - 114
- 62 - J. LAGRAULET
" A propos de l'Ichthyotoxisme aux Iles Seychelles "
Bull. Société Pathologie Exotique 1975 p. 115 - 121
- 64 - D. DAMBIELLE J. LAGRAULET
" Reflexions cliniques à propos des empoisonnements par animaux marins
aux Iles Marquises "
Bull. Société Pathologie Exotique 1975 p. 228 - 234
- 65 - R. BAGNIS JP VERNOUX
" Ciguatoxine et poissons de récifs comestibles "
Bull. Société Pathologie Exotique 1975 p. 320 - 325
- 66 - R. PRIETO
" Accidents provoqués chez l'homme par les animaux marins venimeux et
vénéneux du bassin méditerranéen "
Thèse de Médecine 1975 119 p MARSEILLE
- 67 - J. LAGRAULET
" La Ciguatera aux îles Maldives "
Bull Société Pathologie Exotique 1975 5 p. 511 - 515

- 8 - PROCEEDING OF THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON TOXIC DINOFLAGEL-
LATE BLOOMS
C.O.M 1975 10641 M.I.T
- 9 - M. LE GROUDELLEC
" Les maladies transmissibles à l'homme par le poisson "
Thèse Médecine Vétérinaire 1976 n ° 28 Toulouse
- 0 - JP VERNOUX R. BAGNIS
" Fractionation of Ciguatoxine Lipids extracts in alkaline médium "
Biochimie 1976 58 4 p. 479 - 484
- 1 - HUGUES JAMES MERSON
" Fish ans Shell Fish Poisoning "
English Journal Medecine 1976 295 20 p. 1117 - 1120
- 2 - JP ERHARDT
" La Pollution et l'Ichthyosarcotoxisme tropical
Compte rendu du 27e Congrès National des Sociétés savantes 1976
- 3 - E. CHUNGUE R. BAGNIS
" Distribution anatomique de la toxicité du poisson perroquet de l'es-
pèce *Scarus gibbus* "
Revue Internationale Océanographie Médicale 1976 41/42 p. 99 - 105
- 4 - KAEUFFER BAGNIS CHANTEAU CHUNGUE DROLLET VERNOUX
" L'hypersensibilité dans l'Ichthyosarcotoxisme de type ciguatérique "
Bull. Société Pathologie Exotique 1976 5 p. 446 - 449
- 5 - KAEUFFER BAGNIS CLAVERIE VERNOUX
" Etude immunologique comparée d'extraits protéiques de poissons véné-
neux et non vénéneux "
Bull. Société Pathologie Exotique 1976 5 p. 426 - 431
- 6 - KANNO KOTAKI YASUMOTO
" Distribution of toxine in Mollusc associated with coral reefs "
Bull. of Japanese Society of Scientific Fisheries 1976 42 12 p. 1395-1398
- 6 - DEICHMAN MAC DONALD CUBIT WUNSCH BARTELS MERRIT
" Pain in jawbones and teeth in Ciguaterointoxication "
Fla. Sci . 1977 40 3 p. 227 237

- 78 - CHUNGUE BAGNIS FUSETANI MASHIMOTO
 " Isolation of two toxins from a perrot fish "
 Toxicon 1977 15 1 p. 89 - 93
- 79 - YASUMOTO TAKESHI BAGNIS THEVENIN GARCON
 " A survey of comparative toxicity in the food chain of Ciguatera "
 Bull. of Japanese Society Scientific Fisheries 1977 43 ! p. 1015 - 1020
- 80 - JM GELLER
 " Les dangers de la faune sous marine des côtes françaises "
 Thèse Médecine Vétérinaire 1977 n° 84 138 p Toulouse
- 81 - "La Mer et son côté piquant "
 Temps Médical 1977 48 p. 27 - 31
- 82 - BAGNIS BRONSTEIN JOUFFRE FORESTIER ...
 " Complications neurologiques de la Ciguatera "
 Bull. Société Pathologie Exotique 1977 p. 89 - 93
- 83 - "Ichthyosarcotoxisme : Ciguatera"
 South Pacific Bulletin 1977 p. 21 - 22
- 84 - BAGNIS CHANTEUA T. YASUMOTO
 " Signification des diverses toxines présentes dans le substrat corallien "
 Bull. Société Pathologie Exotique 1977 p. 320 - 324
- 85 - ERSKINE V. MORSE
 " Paralytic Shell Fish Poisoning a review "
 J A V N A 1977 171 11 p; 1178 - 1180
- 86 - YASUMOTO NAKAJINA BAGNIS ADACHI
 " Finding of a Dinoflagellate as a likely culprit of Ciguatera "
 Bull. of Japanese Society of Scientific Fisheries 1977 43 8 p. 1021-1023
- 87 - BAGNIS CHANTEAU YASUMOTO
 " Mise en évidence d'un Dinoflagellé responsable en puissance de la
 Ciguatera "
 Revue Internationale Océanographie Médicale 1977 45/46 p. 29 - 34

- 88 - BAGNIS CHANTEAU YASUMOTO
 " Un agent étiologique vraisemblable de la Ciguatera "
 Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences
 1977 285 p. 105 - 109
- 89 - HOKAMA BANNER DOYLAN
 " A radioimmuno essay for the detection of Ciguatera toxine "
 Toxicon 1977 15 4 p. 317 - 326
- 90 - SYLVESTER DAMMAN DEWEY
 " Ciguatera in the U.S Virgin Islands "
 Marine Fisheries Review 1977 39 8 p. 14 - 15
- 91 - J. LAGRAULET
 " Les dangers de la mer "
 Medecine Pratique 1978 712 p. 3 - 25
- 92 - P. ROSSION
 " Marée rouge en Normandie "
 Science et Vie 1978 p. 96 - 98
- 93 - R. TAXIT
 " Les phénomènes d'eaux rouges aux îles Marquises "
 Cahiers du Pacifique 1978 21 p. 285 - 292
- 94 - BAGNIS DENIZOT
 " La Ciguatera aux Iles Marquises "
 Cahiers du Pacifique 1978 21 p. 293 - 314
- 95 - EHRHARDT SEGUIN
 " Le plancton composition ecologie pollution "
 Ecologie Fondamentale Appliquée 1978 Gauthier Villars 210 p
- 95 - BAYLET BECCARIA NIAUSSAT BOYER GUILLAUD
 " Ichtyosarcotoxisme par ciguatoxisme en France "
 Pathologie Biologie 1978 26 2 p. 95 - 97
- 97 - N.D LEWIS
 " L'intoxication ciguatérique dans le Pacifique "
 Bull. du Pacifique Sud 1978 p. 8 -12

- 98 - J.A BERGER et L.R BERGER
 " Studies to develop a colormetric Elisa test to assay Ciguatoxin in
 Fish tissue "
 Revue Internationale Océanographie Médicale 1972 LIII/LIV p. 21 - 23
- 99 - COSTES AVRIL
 "Intoxication en France par des poissons Tétrodonts congelés provenant
 de régions tropicales "
 Medecine Pratique 1979 4 p. 97 - 99
- 100 - LEGRAND RENTLER BAGNIS
 " Ciguatera - effets cardiaques chez le rat et le chat intoxiqués
 expérimentalement "
 Revue Medecine Vétérinaire 1979 130 12 p. 1659 - 1667
- 101 - DROLLET THEVENIN LEGRAND BAGNIS
 " Essais de protections pharmacologiques de souris intoxiquées par
 des extraits ciguatérigènes "
 Revue Médecine Vétérinaire 1980 131 4 p. 331 - 337

- . LES DANGERS DU MILIEU MARIN ANIMAL
- . ICHTHYOSARCOTOXISMES
- . SAXITOXINE - TETRODONTOTOXINE ET TOXINES CIGUATERIQUES

THÈSE

présentée

A LA FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le

pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Roland R A B U E L

né le 06 Janvier 1955



